



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE



Latimeria chalumnae

MEMOIRE
POUR L'OBTENTION DU
Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A.)

Formation Doctorale : *Sciences de la vie*
Option : *Biologie, Ecologie et Conservation Animales*

**ANALYSE DES RELATIONS
TROPHIQUES ENTRE LES INSECTES
ET LES BAOBABS MALGACHES**

Présenté par :

Mlle RAKOTOARIMHAJA Tantelinirina

Devant le JURY composé de :

Président	: Madame RAMINOSOA RASOAMAMPIONONA Noromalala Professeur
Rapporteur	: Monsieur ANDRIANARIMISA Aristide Maître de Conférences
Co-rapporteur	: Monsieur RYCKEWAERT Philippe Docteur
Examineurs	: Monsieur DANTHU Pascal Docteur Madame RAHERILALAO Marie Jeanne Maître de Conférences

Soutenu publiquement le 10 Mars 2011

REMERCIEMENTS

Ma sincère gratitude s'adresse à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Je voudrais exprimer mes vives reconnaissances à :

- ✚ Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo pour m'avoir autorisée de soutenir ce mémoire ;
- ✚ Madame RAMINOSOA RASOAMAMPIONONA Noromalala, Professeur d'E.S.R, Chef de Laboratoire de la Biologie des Populations Aquatiques au Département de Biologie Animale et Responsable de la formation doctorale au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, qui nous a fait un grand honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Veuillez recevoir mes cordiaux remerciements ;
- ✚ Monsieur ANDRIANARIMISA Aristide, Maître de Conférences au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo et Monsieur RYCKEWAERT Philippe, Chercheur au CIRAD de Montpellier, qui ont aimablement accepté d'être mes encadreurs et mes rapporteurs malgré leurs lourdes tâches et leurs diverses occupations. Veuillez agréer mes plus vifs remerciements ;
- ✚ Monsieur DANTHU Pascal, Coordinateur de l'URP Forêts et Biodiversité CIRAD Madagascar, d'avoir accepté de siéger parmi les membres du jury. Veuillez trouver ici l'expression de ma vive reconnaissance ;
- ✚ Madame RAHERILALAO Marie Jeanne, Maître de Conférences au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, d'avoir à la fois accepté de faire partie des membres de la commission de lecture et de siéger au sein des membres de jury. Veuillez trouver ici, Madame, mes sincères reconnaissances ;
- ✚ Aux membres de la commission de lecture qui ont aimablement soumis leur critiques afin d'améliorer ce livre, à savoir :
 - ❖ Monsieur RASELIMANANA Achille, Maître de Conférences au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo,
 - ❖ Madame RANIVO Julie, Maître de Conférences au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences à l'Université d'Antananarivo, veuillez trouver ici ma profonde gratitude.

Je voudrais également adresser mes cordiales reconnaissances à:

- Tous les enseignants et les personnels technique et administratif du Département de Biologie Animale. Veuillez recevoir ici, Mesdames et Messieurs, mes sincères remerciements ;
- Tous les taxinomistes étrangers qui ont apporté leur immense contribution pour l'identification des espèces récoltées sur le terrain ;
- Tout le personnel du CIRAD de Madagascar qui a bien participé à l'élaboration de cette étude ;
- L'équipe du Laboratoire de Biologie des Populations Parasitaires qui a aimablement apporté leur aide et leur soutien lors de l'élaboration de ce livre ;
- Ma famille qui m'a accordée leur confiance, leur encouragement et leur patience en toute circonstance ;

Je vous remercie infiniment.

RESUME

Une étude a été menée sur la partie occidentale de Madagascar pour contribuer à la connaissance de la relation baobabs-insectes et la régénération de ces arbres endémiques malgaches. Des observations et des captures d'insectes faites sur les différentes parties de ces arbres ont permis d'analyser les relations trophiques qui y existent. Parmi les vingt huit superfamilles ou familles d'insectes trouvés sur cinq espèces de baobabs (*Adansonia madagascariensis*, *A. rubrostipa*, *A. perrieri*, *A. za*, *A. grandidieri*), ceux qui se nourrissent de ces plantes ont été classés en sept catégories entre autre des piqueurs-suceurs ou videurs, des phyllophages, des xylophages, des frugivores, des détritivores, des pollinivores et des nectarivores. Aucune spécificité trophique entre ces deux groupes n'a été démontrée sur le site ayant plusieurs espèces de baobabs. Les cinq espèces de baobabs visitées présentent une faible similarité entre les communautés des insectes. Deux types d'interactions antagonistes en fonction des groupes d'insectes ont été élucidés lors de cette étude. Il s'agit, d'une part des espèces de SPHINGIDAE qui pourraient être spécifiques à la pollinisation des baobabs, d'autre part certaines BRACONIDAE et EULOHIDAE seraient des parasitoïdes des phyllophages de ces grands arbres.

Mots-clés : insectes, *Adansonia*, relations trophiques, pollinisateur, Madagascar

ABSTRACT

A study was carried-out in western Madagascar to understand the relationship between baobabs and insects and the regeneration of these endemics Malagasy trees. Observations and insects sampling effectuated at different part of these trees allowed the analysis of the existing trophic relationship. Among the twenty eight Super-families or Families of insects recorded from the five species of baobabs (*Adansonia madagascariensis*, *A. rubrostipa*, *A. perrieri*, *A. za*, *A. grandidieri*), those that feed on these plants were classified in seven categories, including as sucking or bouncers, leaf-cutting, boring, frugivorous, detritivorous, pollinivorus, nectarivorus. No specific trophic relationship between these two groups was detected at the site with several species of baobabs. The five species of baobabs visited have low similarity between the insect communities. Two types of antagonist interactions of insects groups were elucidated in this study. The first concerns SPHINGIDAE species which might be specific to pollinate baobab, the second one include some BRACONIDAE and EULOPHIDAE, parasitoids of leaf-cutting of large trees.

Key words: insects, *Adansonia*, trophic relationships, pollinator, Madagascar

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
I. SITES D'ETUDE.....	2
I.1. MILIEUX D'ETUDE.....	2
I.1.1. Classification phytogéographique.....	2
I.1.2. Géologie.....	2
I.1.3. Bioclimat.....	3
I.2. LOCALISATION DES SITES D'ETUDE.....	6
II. MATERIELS ET METHODES.....	9
II.1. Présentation des matériels biologiques étudiés.....	9
II.1.1. Baobabs.....	9
II.1.2. Insectes.....	15
II.2. Présentation des différentes méthodes adoptées.....	14
II.2.1. Méthode d'observation et capture des insectes.....	14
II.2.2. Méthode de conservation des insectes.....	15
II.2.3. Méthode de détermination des insectes.....	15
II.2.4. Méthode d'analyse des données.....	16
II.2.4.1. Similarités des insectes sur les sites.....	16
II.2.4.2. Analyse des relations trophiques.....	16
III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	17
III.1. Communautés d'insectes observées sur les baobabs.....	17
III.2. Relations trophiques entre insectes et baobabs.....	21
III.2.1. Insectes piqueurs-suceurs.....	24
III.2.2. Insectes phyllophages.....	25
III.2.3. Insectes xylophages.....	27
III.2.4. Insectes détritiphages.....	28
III.2.5. Insectes frugivores.....	29
III.2.6. Insectes pollinivores.....	30
III.2.7. Insectes nectarivores.....	31
III.3. Interactions spécifiques.....	32
III.3.1. Insectes pollinisateurs potentiels de baobabs.....	32
III.3.2. Ennemis naturels des phytophages de baobabs.....	33
IV. DISCUSSION.....	35
IV.1. Diversité de l'entomofaune sur les baobabs.....	35

IV.2.	Relations trophiques entre insectes et baobabs	36
IV.2.1.	Insectes piqueurs-videurs des baobabs.....	36
IV.2.2.	Insectes frugivores des baobabs	37
IV.2.3.	Insectes xylophages des baobabs	38
IV.3.	Interactions spécifiques	39
IV.3.1.	Pollinisateurs potentiels des baobabs	39
IV.3.2.	Ennemis naturels	42
CONCLUSION		43
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		45
ANNEXES		I

LISTE DES FIGURES

Figure 1a : Courbe ombrothermique de la région de Mahajanga	4
Figure 1b : Courbe ombrothermique de la région d'Antsohihy	4
Figure 1c : Courbe ombrothermique de la région d'Antsiranana	4
Figure 1d : Courbe ombrothermique de la région de Morondava	4
Figure 2 : Courbe ombrothermique de la région de Morombe	5
Figure 3 : Carte de Madagascar indiquant les sites d'étude	8
Figure 4 : <i>Adansonia za</i> à Berenty	10
Figure 5a : Fleur d' <i>Adansonia digitata</i>	11
Figure 5b : Fleur d' <i>Adansonia rubrostipa</i>	11
Figure 5c : Fleur d' <i>Adansonia suarezensis</i>	11
Figure 6 : Carte de répartition des baobabs malgaches	13
Figure 7 : Parties principales du corps d'un insecte type	15
Figure 8a : Aspirateur à bouche	15
Figure 8b : Piège lumineux	15
Figure 8c : Panneau jaune englué	15
Figure 9 : Punaise PENTATOMIDAE	25
Figure 10a : Feuilles d' <i>Adansonia madagascariensis</i> présentant des trous	25
Figure 10b : Feuilles d' <i>Adansonia za</i> avec des traces de découpages	25
Figure 11a : Chenille de pyrale dans des feuilles d' <i>Adansonia madagascariensis</i>	26
Figure 11b : Feuilles d' <i>Adansonia madagascariensis</i> mangées par les chenilles de pyrales	26
Figure 12a : Exuvies de chenilles poilues grégaires a différents stades de développement sur un tronc d' <i>Adansonia rubrostipa</i>	27
Figure 12b : Amas de cocons de chrysalides ouverts sur <i>Adansonia grandidieri</i>	27
Figure 13a : <i>Batocera rufomaculata</i> trouvé sur <i>Adansonia madagascariensis</i>	28
Figure 13b : Idactus trouvé sur une branche morte d' <i>Adansonia madagascariensis</i>	28
Figure 13c : <i>Ancylonotus tribulus hieroglyphicus</i> trouvé sur <i>Adansonia grandidieri</i>	28
Figure 13d : Autre longicorne trouvé sur <i>Adansonia grandidieri</i>	28
Figure 13e : Traces laissées par les longicornes sur <i>Adansonia grandidieri</i>	28
Figure 14a : <i>Bathyaulacus subcuculatus</i> trouvé sur le fruit d' <i>Adansonia za</i>	30
Figure 14b : Punaise <i>Dysdercus flavidus</i> trouvée sur les fruits des baobabs	30
Figure 15 : Abeilles trouvées sur les fleurs d' <i>Adansonia madagascariensis</i>	30
Figure 16a : <i>Agrius convolvuli</i> sur une fleur d' <i>Adansonia madagascariensis</i>	33
Figure 16b : <i>Coelonia solani</i>	33
Figure 17 : <i>Disophrys exilis</i> observé sur <i>Adansonia madagascariensis</i>	34

Crédit photos : URP Forêts et Biodiversité/CIRAD Madagascar, RAKOTOARIMIHAJA T.,
RYCKEWAERT P., RAZANAMARO O. et RAKOTOARISON E.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Localisation des sites d'étude -----	6
Tableau 2: Critères de distinction entre la section des <i>Brevitubae</i> et celle des <i>Longitubae</i> --	11
Tableau 3: Etat phénologique des baobabs sur les différents sites-----	14
Tableau 4: Liste des Super- familles ou Familles d'insectes observés sur les baobabs dans l'ensemble des sites d'étude -----	18
Tableau 5: Indice de similarité de Jaccard entre les insectes des cinq espèces de baobab ----	20
Tableau 6: Indice de similarité de Jaccard des insectes sur quatre espèces de baobab en stade de floraison en saison humide -----	20
Tableau 7: Liste des insectes ayant des relations trophiques avec les baobabs-----	23
Tableau 8: Liste des insectes piqueurs de baobabs-----	24
Tableau 9: Liste des insectes phyllophages de baobabs -----	26
Tableau 10: Liste des insectes xylophages de baobabs-----	27
Tableau 11: Liste des insectes frugivores observés sur les baobabs -----	29
Tableau 12: Liste des insectes nectarivores sur les baobabs-----	31
Tableau 13: Liste des espèces de sphinx capturées sur les fleurs de baobabs-----	32
Tableau 14: Liste des insectes entomophages -----	33

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : Autres insectes trouvés sur les pieds des baobabs

ANNEXE II : Phénologie des baobabs malgaches

GLOSSAIRE

Phytophage : se dit d'un organisme qui se nourrit des végétaux.

Piqueur-suceur : se dit d'un organisme qui se nourrit des liquides produits par des animaux (sang) ou des végétaux (sève) (Bouget *et al.*, 2005).

Phyllophage: se dit d'un organisme qui se nourrit de feuilles (Larousse).

Xylophage : se dit d'un organisme qui s'attaque à l'écorce, au liber et au bois d'un arbre (Goureau, 1867).

Détritiphage ou détritivore : se dit d'un organisme qui se nourrit de matières organiques (en décomposition ou non).

Frugivore : se dit d'un organisme qui se nourrit des fruits.

Nectarivore : se dit d'un organisme qui se nourrit du nectar (Larousse).

Pollinivore : se dit d'un organisme qui se nourrit de pollen.

Parasitoïde : se dit d'un organisme qui, pendant une partie seulement de son existence, vit exclusivement aux dépens d'un autre organisme, qu'il ne détruit généralement que lorsque son propre développement est terminé, mais qu'il rend parfois stérile (Larousse).

Prédateur : se dit d'un organisme vivant qui met à mort des proies pour s'en nourrir ou pour alimenter sa progéniture.

Pollinisateur : se dit d'un organisme qui transporte des pollens depuis l'anthère de l'étamine qui l'a produit jusqu'au stigmate du pistil des fleurs où ils se déposent (Sellier, 1959).

Phénologie : étude de la succession des différents phénomènes du cycle biologique de chaque espèce dans le temps. Elle met en évidence le rythme saisonnier de la reproduction et permet d'établir un calendrier phénologique relatif au cycle de l'espèce.

Chez les végétaux, elle se rapporte aux différents stades de développements suivants :

- stade végétatif correspondant au stade de feuillaison (de l'apparition des bourgeons foliaires jusqu'à la chute des feuilles),
- stade de floraison : début de floraison, anthèse et chute des fleurs,
- stade de fructification : début de la fructification, la maturité des fruits et des graines jusqu'à leur chute.

INTRODUCTION

La Grande île est considérée parmi le plus important réservoir de biodiversité de la planète. Au niveau protection de la nature, elle serait une priorité en matière de la conservation (Fleischhauer *et al.*, 2008). Les forêts sèches malgaches dont les baobabs en font partie, témoignent cette biodiversité. Il existe huit espèces de baobabs dans le monde dont six endémiques et emblématiques de Madagascar (Baum, 1995a, b). Toutefois, ces grands arbres à énorme potentialité sociales, scientifiques et économiques subissent différentes pressions et menaces. Le développement des activités anthropiques (déforestation et cultures sur brûlis) détruit leur biotope et ces végétaux eux-mêmes. Les six espèces de baobabs malgaches figurent toutes dans la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (U.I.C.N.) (iucnredlist, 2011). Une faible régénérescence des baobabs dans leur milieu d'étude a été observée (Razanamaherizaka, 2009) et pourrait être due à l'absence des frugivores comme les insectes (Lukasik et Johnson, 2007 ; Wickens et Lowe, 2008) ou à une défaillance de la pollinisation. Cette dernière est réalisée par les chauves-souris et les lémuriniens pour certaines espèces de baobab (Andriafidisoa *et al.*, 2006) et probablement par des sphinx pour d'autres espèces (Baum, 1995a). L'absence de ces agents pollinisateurs contribuerait ainsi au défaut de leur reproduction. Des insectes entraînent la mort de jeunes pieds de baobabs en Afrique (Wickens et Lowe, 2008) tandis que l'impact de la présence des insectes sur les baobabs malgaches n'est pas encore connu jusqu'à présent. La disparition de ces grands arbres conduirait à la disparition des autres animaux qui y dépendent (Wickens et Lowe, 2008) et surtout la perte d'une des patrimoines malgaches. Des études portant sur ces grands arbres et les agents conditionnant l'accomplissement de son cycle biologique ont été ainsi entreprises. Des informations concernant les insectes associés baobabs sont essentielles afin de pouvoir protéger ces arbres remarquables. Or, très peu d'informations sur la bio-écologie de ces grands arbres existent notamment celles concernant les interactions entre les insectes et les baobabs. Ce manque de données a conduit à la présente étude relative à l'analyse des relations trophiques entre insectes et baobabs malgaches.

Les objectifs spécifiques de cette étude consistent à :

- identifier les insectes trouvés sur les baobabs malgaches ;
- déterminer les relations trophiques entre insectes et baobabs ;
- et déterminer la spécificité des interactions entre les deux groupes.

Le plan suivant sera adopté pour mener à bien ce mémoire. En premier lieu, quelques généralités vont être mentionnées suivi des matériels et méthodes. En deuxième lieu, les résultats obtenus seront montrés avant la discussion. En dernier lieu, des conclusions avec les recommandations et les perspectives seront présentées.

I. SITES D'ETUDE

I.1. MILIEUX D'ETUDE

Les sites d'études se trouvent principalement dans la partie Nord (Montagne d'Ambre, Ambondromifehy, Migioko et Anjiamangirana), partie Ouest (Ambalihakely, Andranomena, Forêt Andranomena), et partie Sud-ouest (Ambalorao, Voreha, Tanaentsoa, Analave et Tsimanampetsotsa) de Madagascar. Seul Anadabolava se trouve dans la partie Sud-est de la Grande île. Ces sites ont été choisis d'une part à cause de leur type de végétations et relative à la répartition des baobabs malgaches d'autre part.

I.1.1. Classification phytogéographique

La classification phytogéographique dans l'ouvrage de Moat et Smith (2007) a été adoptée lors de cette étude. Ainsi, les régions du Nord et de l'Ouest de Madagascar sont classées comme Forêt sèche de l'Ouest. Ces deux régions sont classées en tant que série à *Dalbergia-Commiphora-Hildegardia* par Humbert et Cours Darne (1965). Koechlin *et al.*(1974) les rangent dans la forêt dense de l'Ouest et dans la forêt sèche caducifoliée de l'Ouest (White's, 1983). Faramalala (1995) retient la dénomination de la forêt dense de l'Ouest.

D'après Moat et Smith (2007), la région du Sud-ouest de Madagascar est classée comme Forêt-fourré sèche épineuse du Sud-ouest. La région du Sud-ouest malgache est classée en tant que série à *Didiereaceae* et *Euphorbia* haut fourré d'après Humbert et Cours Darne (1965). White's (1983) retient la dénomination du fourré caducifolié de l'Ouest. Faramalala (1995) la distingue à la fois comme une basse méridionale forêt dense sèche à *Didierea* et *Euphorbiaceae* et comme un fourré dense sec.

I.1.2. Géologie

Les régions où les sites d'études se trouvent sont caractérisées par des zones géologiques suffisamment variées même si ces différentes localités se situent sur des formations sédimentaires (Besairie, 1972).

Le bassin de Diego : la série stratigraphique des formations non métamorphique débute au milieu Pérarien par une transgression marine à *Productus* et *Spirifer*. La base de la série en dessous de la transgression marine Lias supérieur renferme un ensemble inférieur marin et un ensemble supérieur continental. L'ensemble inférieur est largement représenté en bordure cristalline du Sambirano à l'Océan Indien. L'ensemble supérieur continental appartient au groupe Isalo (Isalo I), continue sur toute la côte Ouest de l'île.

Le bassin de Majunga : les formations sédimentaires débutent généralement à l'affleurement par les grès de l'Isalo mais la présence de la Sakamena a été reconnue dans les fossés tectoniques dans le Nord du bassin et décelée par géophysique dans le centre.

Le bassin de Morondava : La série stratigraphique se forme sur le contact Karoo-cristallin qui a fourni les flores de Sakamena.

I.1.3. Bioclimat

Les régions où les sites d'étude sont caractérisés par une différence de bioclimat expliquant ainsi l'existence d'une végétation spécifique dans ces régions. La carte bioclimatique de Cornet (1972) a été ainsi utilisée pour voir ces différences.

- Montagne d'Ambre : Cette localité est classée en étage sec et sous étage 2 (représenté dans l'ordre de déficit hydrique cumulé). Les précipitations annuelles se partagent entre 400 à 700 mm. La température moyenne des mois le plus froids se trouve entre 16 à 18°C. La courbe d'égale durée de saison sèche est égale à VII (c'est-à-dire que le nombre du mois le plus sec durant la saison sèche est de sept mois).

- Ambanja : cette localité est classée en étage subhumide et sous étage à saison sèche non atténuée. La température moyenne est supérieure à 16°C.

- Anjiamangirana et Ambalihakely : ces localités sont classées en étage sec et sous étage 3 (représenté dans l'ordre de déficit hydrique cumulé). Les précipitations annuelles se trouvent supérieure à 700 mm. La température moyenne se situe entre 16 à 18°C. La courbe d'égale durée de saison sèche est de VIII.

- Andranomena : cette localité est classée en étage subaride et sous étage 2 (représenté dans l'ordre de déficit hydrique cumulé). Les précipitations annuelles se partagent entre 400 et 700 mm. La température moyenne se trouve entre 13 à 16°C. La courbe d'égale durée de saison sèche est de IX.

- Andavadoaka et Voreha : ces localités sont classées en étage subaride et sous étage 3 (représenté dans l'ordre de déficit hydrique cumulé). Les précipitations annuelles sont supérieures de 700 mm et la température moyenne est inférieure de 15°C. La courbe d'égale durée de saison sèche est de XII.

- Analave, Tanaentsoa, Tsimanampetsotsa et Anadabolava : ces localités sont classées en étage subaride et sous étage 1 (représenté dans l'ordre de déficit hydrique cumulé). Les précipitations annuelles se partagent entre 300 à 400 mm. La température moyenne se trouve entre 10 à 13°C. La courbe d'égale durée de saison sèche à Analave, Tanaentsoa et Tsimanampetsotsa et à Anadabolava est de XI.

Toutefois, un changement climatique est actuellement remarqué et les courbes ombrothermiques des différentes stations d'études (à l'exception d'Anadabolava, site où aucune donnée climatique n'est disponible) sont dressées à partir des données obtenues auprès de la Direction Générale de la Météorologie à Ampandrianomby (année de 2004 à 2008).

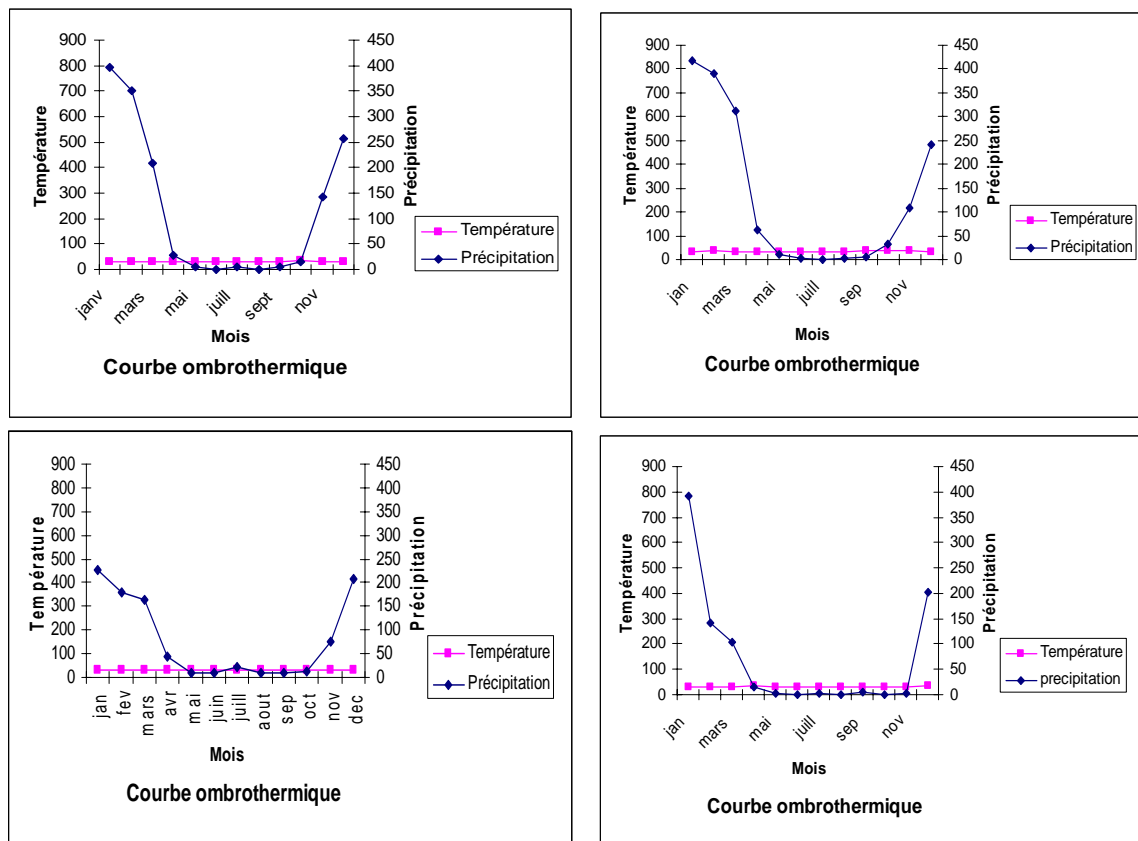


Figure 1 : Courbes ombrothermiques des stations se trouvant dans la région Ouest de Madagascar - **(1a)**- Courbe ombrothermique de la région de Mahajanga -**(1b)**- Courbe ombrothermique de la région d'Antsohihy -**(1c)**- Courbe ombrothermique de la région d'Antsiranana -**(1d)**- Courbe ombrothermique de la région de Morondava

Le diagramme ombrothermique de Mahajanga montre que la saison la plus sèche se trouve entre mi-avril jusqu'au mi-octobre et la saison la plus humide s'étend du mi-novembre au mi-mars.

Le diagramme ombrothermique d'Antsohihy montre que la saison la plus sèche se trouve entre mi-mai jusqu'au mi-octobre et la saison la plus humide s'étend du mi-novembre au mi-avril.

Le diagramme ombrothermique d'Antsiranana indique que la saison la plus sèche se trouve entre mi-mai jusqu'en mi-octobre et la saison la plus humide s'étend du mois de novembre jusqu'au mars.

Le diagramme ombrothermique de Morondava montre que la saison la plus sèche se trouve entre mi-avril jusqu'au mi-novembre et la saison la plus humide s'étend du mi-décembre au mi-mars.

La courbe ombrothermique de la station d'étude dans la région Sud-ouest de Madagascar se trouve ci-dessous :

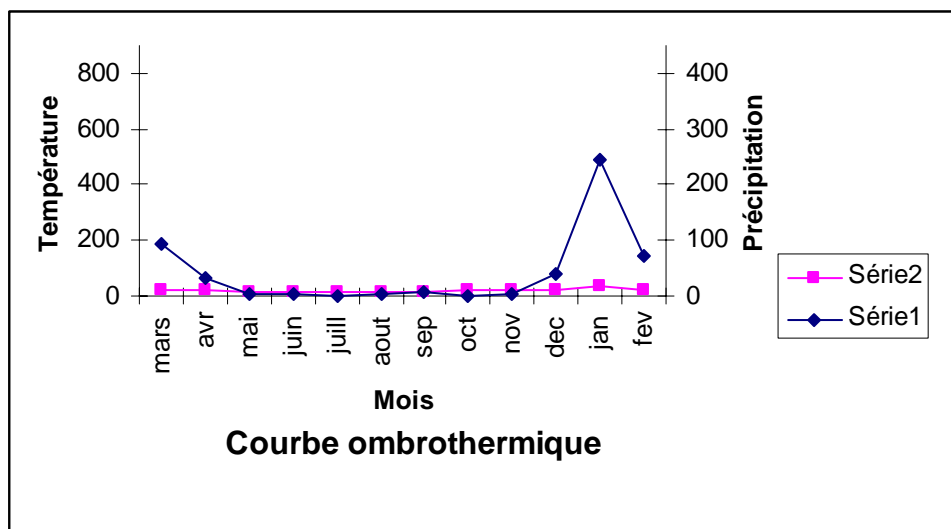


Figure 2: Courbe ombrothermique de la région de Morombe

Le diagramme ombrothermique de Morombe montre que la saison la plus sèche se trouve en mi-mai jusqu'au mi-novembre et la saison la plus humide s'étend du mi-décembre au mi-avril.

I.2. LOCALISATION DES SITES D'ETUDE

Les différents points permettant de localiser les sites d'étude sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 1) :

Tableau 1: Localisation des sites d'étude

Sites	Coordonnées GPS	Altitude	Statut	Baobab présent	Descente	Région
Montagne d'Ambre	12°29'19,4''S 49°10'16,5''E	≈ 727 m	Parc National	<i>A. perrieri</i>	octobre 2009	Diana
Ambondromifehy	12°51'47,9''S 49°13'35,3''E	≈ 313 m	Parc National	<i>A. madagascariensis</i> <i>A. perrieri</i>	octobre 2009	Diana
Migioko	13°55'51,2''S 48°31'12,7''E	≈ 118 m	Terrain de culture	<i>A. za</i>	novembre 2009	Diana
Anjiamangirana	15°13'08,2''S 47°50'14,7''E	≈ 48 m	Terrain de culture	<i>A. madagascariensis</i>	avril 2009	Sofia
Ambalihakely	16°24'10,8''S 47°05'07,6''E	≈ 50 m	Forêt sèche	<i>A. madagascariensis</i>	avril 2009	Boeny
Andranomena	20°13'10,0''S 44°26'20,2''E	≈ 17 m	Forêt sèche	<i>A. grandidieri</i> <i>A. rubrostipa</i> <i>A. za</i>	mai 2009	Menabe
Forêt Andranomena	20°10'09,0''S 44°25'59''E	≈ 15 m	Forêt	<i>A. rubrostipa</i>	mai 2009	Menabe

Sites (Suite)	Coordonnées GPS (Suite)	Altitude (Suite)	Statut (Suite)	Baobab présent (Suite)	Descente (Suite)	Région (Suite)
Ambalorao	22°03'51,4''S 43°17'06,4''E	≈ 9 m	Forêt sèche	<i>A. grandidieri</i>	mai-juin 2009	Atsimo andrefana
Voreha	22°16'33,8''S 43°39'07,1''E	≈ 156 m	Village	<i>A. grandidieri</i>	mai-juin 2009	Atsimo andrefana
Tanaentsoa	23°56'37,5''S 44°18'26,3''E	≈ 289 m	Forêt sèche	<i>A. za</i>	février 2010	Atsimo andrefana
Analave	24°29'31,3''S 44°20'03,3''E	≈ 284 m	Forêt sèche	<i>A. za</i>	février 2010	Atsimo andrefana
Tsimanampetsotsa	24°06'30,7''S 43°45'07,5''E	≈ 0 m	Parc National	<i>A. rubrostipa</i>	février 2010	Atsimo andrefana
Anadabolava	24°11'21,0''S 46°18'20'5''E	≈ 252 m	Forêt sèche	<i>A. za</i>	décembre 2009	Anosy

Ces différents sites sont localisés dans la carte (Figure 3) ci-après:

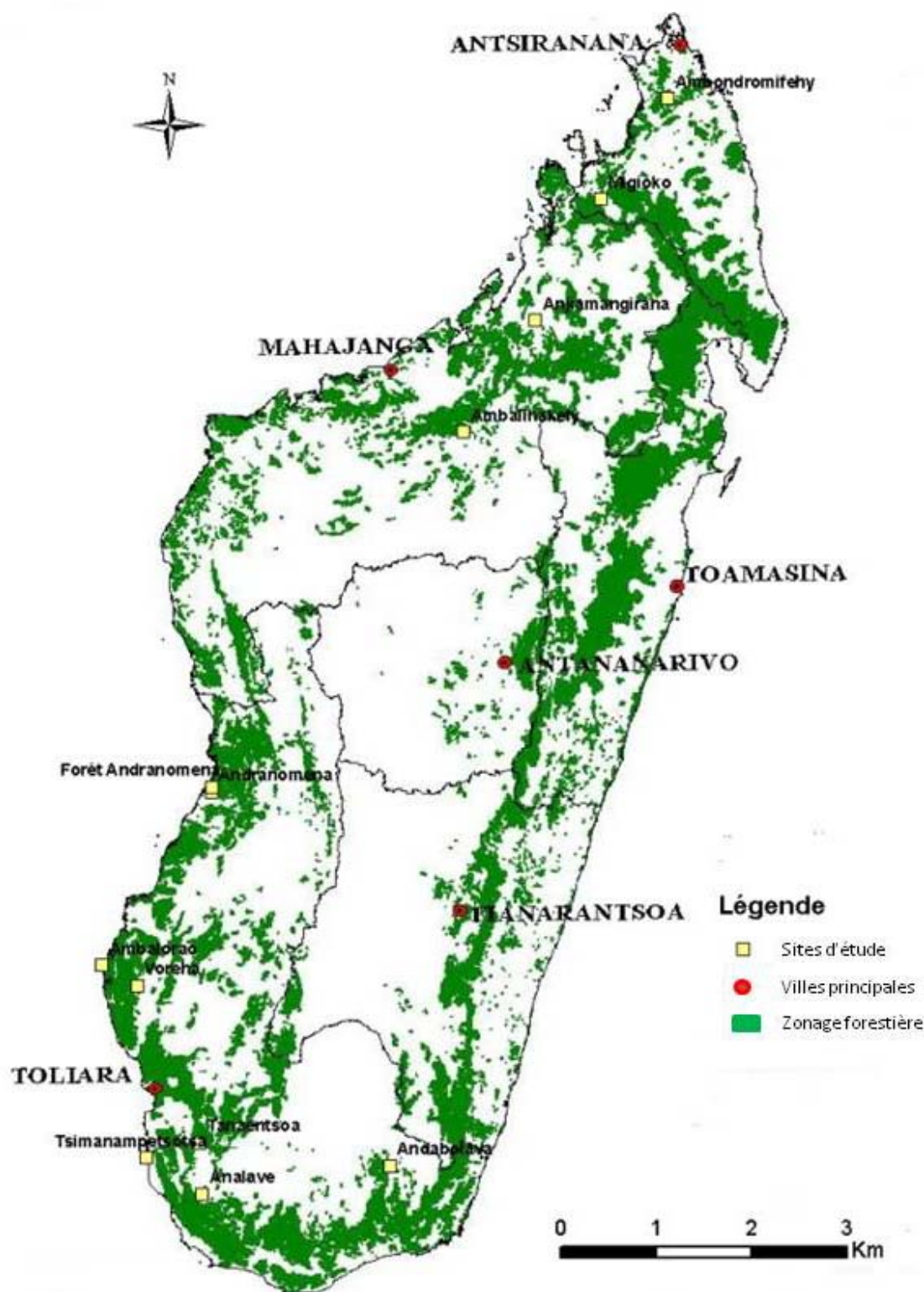


Figure 3: Carte de Madagascar indiquant les sites d'étude (Source Conservation International Madagascar, 2001 « Carte Zonage des Forêts : Thème écologique » adaptée)

II. MATERIELS ET METHODES

L'objectif de cette étude est d'identifier les insectes associés aux baobabs, à établir les relations trophiques qui peuvent exister entre eux et connaître la spécificité de relation existante entre eux. Pour cela, diverses méthodes ont été utilisées pour les atteindre.

II.1. Présentation des matériels biologiques étudiés

II.1.1. Baobabs

Selon la classification de Baum (1995a), la position systématique des baobabs se présente comme suit :

<u>REGNE</u>	:	VEGETAL
<u>EMBRANCHEMENT</u>	:	ANGIOSPERMES
<u>GROUPE</u>	:	DICOTYLEDONES
<u>CLASSE</u>	:	ROSIDAE
<u>ORDRE</u>	:	MALVALES
<u>FAMILLE</u>	:	MALVACEAE
<u>Genre</u>	:	<i>Adansonia</i>

Espèces: *madagascariensis*, *rubrostipa*, *perrieri*, *za*, *grandidieri*, *suarezensis*, *digitata* et *gibbosa*

Il existe huit espèces de baobab dans le monde (Baum, 1995a, b). L'espèce *Adansonia gibbosa* (ou *A. gregorii*) est propre à l'Australie. *Adansonia digitata* est commune à l'Afrique, dans les régions semi-arides et subhumides du Sahara et à Madagascar, dans la région Ouest et aux Comores (Diop *et al.*, 2006). La Grande île en possède six endémiques : *A. perrieri*, *A. za*, *A. rubrostipa*, *A. madagascariensis*, *A. suarezensis* et *A. grandidieri*.

Généralement, la taille des baobabs est très variable (petits à grands arbres) aux troncs larges, parfois en forme de bouteille et possédant des couronnes relativement compactes (Figure 4). Selon Baum (1995a), le tronc des baobabs est constitué par des bois fibreux et disposés en couches concentriques. Le bois semble jouer un rôle dans le stockage de l'eau. Les feuilles des baobabs sont caduques (à l'exception d'*Adansonia perrieri*) et ce sont des feuilles alternes, composées palmées ayant une forme de couronne. Le nombre des folioles varie suivant les espèces.



Figure 4: *Adansonia za* à Berenty
(Crédit photo : RAKOTOARIMIHAJA T., 2009)

Les baobabs ont des grandes fleurs de type pentamère (Baum, 1995a). Ces fleurs parfumées restent solitaires, régulières, axillaires et surmontées par un pédoncule. La biologie florale des diverses espèces de baobabs présente une grande différence. Cette différence permet de les grouper en sous genres appelés « Section » (Hochreutiner, 1908). Ce critère de classification de la section a été ajouté par Baum (1995a) par la base de la physionomie de l'arbre, la morphologie de la feuille, la morphologie et la biologie florale ainsi que la saison de la floraison. Ainsi, les baobabs sont groupés dans trois Sections : la section *Brevitubae*, la section *Adansonia* et la section *Longitubae*. La section *Brevitubae* (*A. grandidieri*, *A. suarezensis* : Figure 5c) est caractérisée par le sommet de la couronne aplatie, la ramification primaire plagiotrope, stipules caduques, bouton floral ovoïde et oblong, fleurs ascendantes, style et corolles persistants, style blanc, face interne du calice blanc cassé, corolle blanche, tube staminal court (moins de 12 mm) et floraison pendant la saison sèche.

La section *Adansonia* ne contient qu'*A. digitata* L. (Figure 5a). Elle est caractérisée par le sommet de la couronne arrondi, bouton floral globuleux, fleurs pendantes, sépales verts à l'extérieur et crème à l'intérieur, pétales blancs, longueur du tube staminal moyenne (30 à 50 mm) et présence de cauliflorie.

La section *Longitubae* (*A. madagascariensis*, *A. rubrostipa* Figure 5b, *A. perrieri*, *A. za*, *A. gibbosa*) est caractérisée par le bouton floral cylindrique, un long tube staminal (plus de 50 mm) et la floraison généralement pendant la saison des pluies.

Quelques critères d'identification des *Brevitubae* et des *Longitubae*, auxquels les baobabs endémiques malgaches appartiennent, sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 2: Critères de distinction entre la section des *Brevitubae* et celle des *Longitubae* (Baum, 1995a)

Section	Section <i>Brevitubae</i>		Section <i>Longitubae</i>			
Espèces	<i>A. g</i>	<i>A. s</i>	<i>A. m</i>	<i>A. p</i>	<i>A. z</i>	<i>A. r</i>
Longueur tube staminal* (mm)	8-10	9-12	50-90	130-190	50-80	60-90
Longueur filets étamines (mm)	35-65	50-75	50-110	10-20	50-120	70-140
Nombre d'étamines	600-700	800-1100	90-100	200-250	100-150	120-160

Légende: *A. g.* (*Adansonia grandidieri*) *A. s* (*A. suarezensis*) *A.m* (*A. madagascariensis*)
A. p (*A. perrieri*) *A. z* (*A. za*) *A. r* (*A. rubrostipa*)

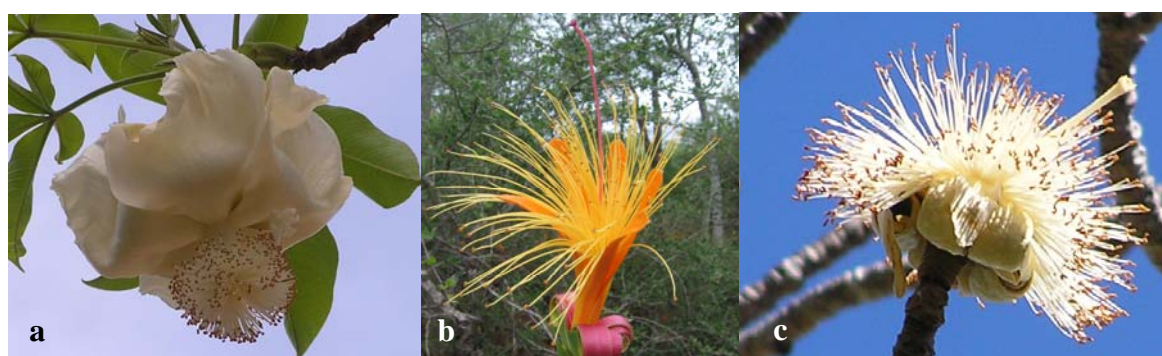


Figure 5: Fleurs de Baobabs

(5a)- Fleur d' *Adansonia digitata* –(5b)- Fleur d' *A. rubrostipa* –(5c)- Fleur d'*A. suarezensis*
(Crédit photos : URP Forêts et Biodiversité/CIRAD)

Le fruit des baobabs est décrit comme une baie sèche à péricarpe ligneux indéhiscet. Ce fruit dispose d'une pulpe spongieuse pourvu de nombreuses graines réniformes (Baum, 1995a).

Des vitamines et des oligoéléments sont présents dans les baobabs. Les feuilles contiennent en particulier des acides aminés essentiels et des sels minéraux, la pulpe des fruits est riche en vitamine C et les graines sont riches en lipides. La pulpe et les feuilles présentent également une activité antioxydante (Chadare *et al.*, 2009).

* : une sorte de tube qui soude la base des étamines

Malgré l'abondance des baobabs à Madagascar, ces grands arbres sont moins exploités que ceux en Afrique et en Australie (Wickens et Lowe, 2008). Toutefois, dans le Sud-ouest de Madagascar, les baobabs figurent parmi les ressources alimentaires sauvages sur lesquelles la population compte en raison de la précarité des productions agricoles. A Mahabo (Morondava), des communautés locales extraient les fibres de l'écorce de baobabs pour fabriquer des cordes. Dans la partie Sud-ouest de l'île (Tanaentsoa, Analave,...), les troncs de baobabs servent à stocker de l'eau durant la saison des pluies et assurent l'approvisionnement en eau de la population locale pendant la saison sèche. Ces baobabs sont ainsi appelés baobabs citernes (Wickens et Lowe, 2008).

Les baobabs de Madagascar se répartissent à travers les plaines de l'Ouest, du Nord à l'extrême Sud, à une altitude inférieure à 800 m. Ils demeurent particulièrement concentrés dans l'Ouest et au Sud-ouest. La carte (Figure 6) présente la carte de répartition des baobabs malgaches.

Les différentes missions ont été menées pendant les périodes de floraison des espèces de baobabs. Cette période coïncide ou non avec la période de feuillaison ou de fructification de ces arbres. Les missions ont été effectuées en se basant sur le calendrier de la phénologie des baobabs malgaches établis par Baum (1995a) (ANNEXE II).

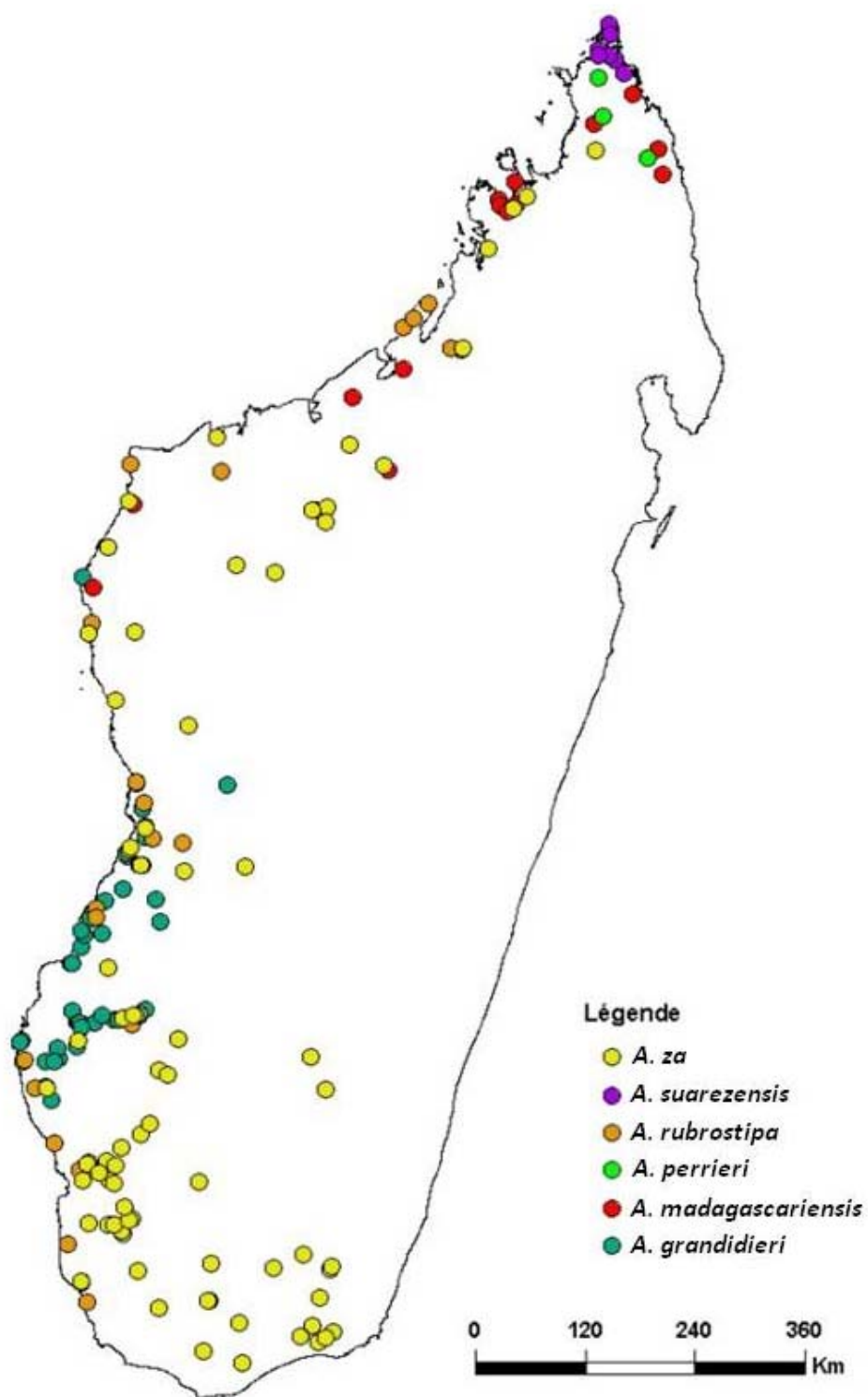


Figure 6: Carte de répartition des baobabs malgaches
(Source : URP Forêts et Biodiversité/CIRAD Madagascar, année 2011)

Les baobabs prospectés présentent différents stades phénologiques au cours des descentes sur le terrain. Ces stades se résument dans le tableau ci-dessous dans chacun de sites d'étude (Tableau 3).

Tableau 3: Etat phénologique des baobabs sur les différents sites

Sites	Descente sur le terrain	Espèce					Stade phénologique		
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)			
Montagne d'Ambre	Octobre-novembre 2009				*				*
Ambondromifehy	Octobre-novembre 2009				*			*	
Migioko	Octobre-novembre 2009					*	*	*	
Anjiamangirana	Avril 2009	*					*	*	*
Ambalihakely	Avril 2009	*					*		*
Andranomena	Mai 2009		*					*	
				*					*
						*			*
Forêt Andranomena	Mai 2009			*					*
Ambalorao	Mai-juin 2009		*					*	
Voreha	Mai-juin 2009		*					*	
Tanaentsoa	Février 2010					*	*	*	
Analave	Fevrier 2010					*	*	*	
Tsimanampetsotsa	Fevrier 2010		*					*	
Andabolava	Décembre 2009					*	*	*	

(a) *A. madagascaiensis*

(b) *A. grandidieri*

(c) *A. rubrostipa*

(d) *A. perrieri*

(e) *A. za*

* : présence

D'après ce tableau, les baobabs prospectés sont tous en stade de floraison à l'exception de ceux de trois sites (Ambalihakely, Forêt Andranomena et Montagne d'Ambre). Les baobabs en fleurs sont accompagnés ou non par la présence des feuilles ou des fruits.

II.1.2. Insectes

A la différence des autres Arthropodes, les insectes (Figure 7) possèdent trois paires de pattes et une ou deux paires d'ailes. Ce sont les seuls invertébrés ailés. Leur corps est constitué de trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen (Alford, 1994). La classification des insectes selon Minet et Bourgoïn (1986) a été adoptée pour la présente étude.

<u>REGNE</u>	:	ANIMAL
<u>EMBRANCHEMENT</u>	:	ARTHROPODES
<u>CLASSE</u>	:	HEXAPODES
<u>SOUS-CLASSE</u>	:	ENTOGNATES (caractérisé essentiellement par la capsule céphalique qui produit des replis dissimulant la partie proximale des pièces buccales) avec 3 ordres
<u>SOUS-CLASSE</u>	:	INSECTES (pièces buccales visibles) avec 27 ordres

La classe des insectes présente 27 ordres et ces derniers dépassent de loin par le nombre d'espèces et la variété de formes qui existent sur tous les groupes d'organismes vivants. Les insectes étant des petits animaux difficiles à identifier, environ 1 000 000 ont été décrits jusqu'à maintenant mais ce chiffre représente particulièrement les insectes des régions tropicales (Delvare et Aberlenc, 1989).

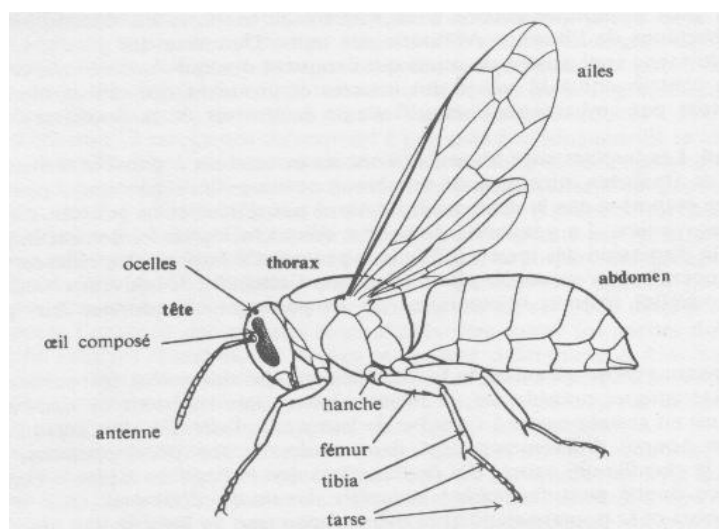


Figure 7: Parties principales du corps d'un insecte type (Référence : a).
a : [users.skynet.be /.../entomologie/morphologie.htm](http://users.skynet.be/.../entomologie/morphologie.htm)

Les insectes peuplent tous les habitats et sont associés à de nombreux organismes vivants, végétaux ou animaux (Delvare et Aberlenc, 1989). La majorité des insectes mènent, au moins à l'état adulte, une vie aérienne, mais certains sont endogés (vivant dans le sol), souterrains (dans les grottes), d'autres vivent à la surface de l'eau et certains sont complètement aquatiques. Classiquement, il existe quatre types principaux d'appareils buccaux chez les insectes : le type broyeur, le type lécheur ou broyeur-lécheur, le type suceur et le type piqueur-suceur (Wyss et Cherix, 2006). Le type broyeur est considéré comme le plus primitif. Ce type de pièce buccal est adapté pour l'utilisation des alimentations solides. Les aliments solides sont déchiquetés par les pièces buccales, imprégnés de salive et aspirés grâce à des muscles au niveau du pharynx (insectes phyllophages, xylophages...). Le type lécheur ou broyeur-lécheur est lié à l'utilisation d'aliments liquides comme le nectar des fleurs en gardant la possibilité de mastiquer des aliments solides (insectes pollinivores,...). Le type suceur est lié à une alimentation liquide et facilement accessible puisque la fonction masticatrice a disparu. Tel est le cas de la trompe des papillons et des mouches. Le type piqueur-suceur dérive du type suceur-labial (la mouche domestique), sans pièce nouvelle, par le durcissement du labium (Lamy, 1997). Il permettra à l'insecte (punaises) d'atteindre les liquides nutritifs d'animaux (sang) ou de végétaux (sève). Chez les insectes holométaboles (insectes à métamorphose complète), les larves ont une morphologie et un régime alimentaire différent des adultes. Tel est le cas des Coléoptères, Lépidoptères, Neuroptères, Siphonaptères, Hyménoptères et Diptères. D'autres insectes paurométaboles ont des larves qui présentent le même mode de vie et régime alimentaire que les adultes. Il s'agit entre autre les Orthoptères, Dermaptères, Hémiptères, Thysanoptères, Isoptères, Psocoptères, Anoploures et Mallophages.

De nombreuses espèces d'insectes (Hyménoptères, Coléoptères...) participent à la pollinisation des plantes (Fabaceae, Palmaceae...) (Delvare et Aberlenc, 1989). Un grand nombre d'insectes, dit phytophages, consomment de la matière végétale (feuilles, tiges ou bois) et certaines constituent à ce titre des espèces nuisibles aux plantes cultivées. Il existe des insectes qui sont prédateurs, en général entomophage. Ils chassent à l'affût (larves des cicindèles, de fourmillons...) et certains sont parasitoïdes d'autres insectes (Hyménoptères térébrants, Diptères Tachinidae). A ce titre, ils participent à la régulation naturelle des populations de nombreux consommateurs primaires. Par ailleurs, il existe des insectes hématophages (Hémiptères Reduviidae, Diptères Culicidae...) qui sont souvent vecteurs de graves maladies humaines ou du bétail (paludisme, onchocercose...). De nombreuses espèces sont utiles car elles permettent le recyclage de la matière organique (nécrophages...).

II.2. Présentation des différentes méthodes adoptées

II.2.1. Méthode d'observation et capture des insectes

Il s'agit d'observer le type d'insectes visitant les différentes parties des baobabs. Les activités, les traces et les marques des insectes sur ces arbres ont été également notées. Après observations, les insectes ayant des relations trophiques avec ces arbres sont classés suivant le mode d'alimentation comme étant des piqueurs-suceurs ou piqueurs-videurs, des phyllophages, des xylophages, des détritivores, des frugivores, des pollinivores et des nectarivores. Dans cette étude, les classifications piqueurs-suceurs et piqueurs-videurs sont adoptées en fonction du régime alimentaire et non en fonction du type des pièces buccales des insectes.

Pour les observations et la capture des insectes sur les baobabs, il est nécessaire d'escalader le tronc de ces arbres avec des cordes mis en place par des acrobranchistes aussi bien le jour que la nuit. Ainsi, des captures directes à la main, avec une pince souple, ont été effectuées pour prendre les insectes sur les baobabs.

Les petits insectes (microhyménoptères) ont été à l'aide d'un aspirateur à bouche (Figure 8a).

L'échantillonnage des insectes volant entre 1 et 2 m du sol des baobabs implique l'utilisation des panneaux jaunes englués (Figure 8c) de dimension 20 x12 cm. Ce piège est installé sur une branche basse des baobabs (1 à 2 m de hauteur par rapport au sol).

Le filet à papillon est utilisé pour capturer les insectes visitant les fleurs des baobabs.

Des pièges lumineux (Figure 8b) sont utilisés pour capturer l'entomofaune nocturne notamment les SPHINGIDAE. Ce piège constitué de trois lampes à vapeur de mercure est branché sur un groupe électrogène. Il est installé au niveau du sol à proximité des baobabs. Les spécimens récoltés seront utilisés pour l'étude morphométrique, en particulier la longueur des trompes des sphinx qui est un critère pour l'identification des pollinisateurs potentiels et pour des études comportementales notamment le mode de déplacement (Ryckewaert *et al.*, 2011).

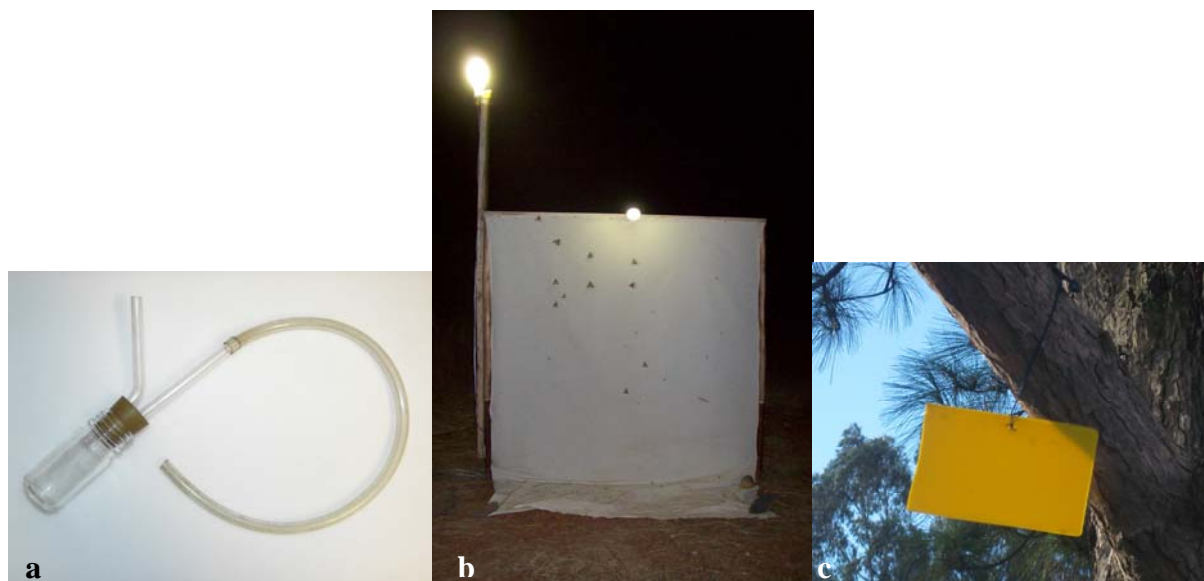


Figure 8 : Pièges utilisés pour les captures d'insectes
(8a)- Aspirateur à bouche – **(8b)-** Piège lumineux – **(8c)-** Panneau jaune englué
 (Crédit photos : RYCKEWAERT P., RAKOTOARMIHAJA T., 2010)

II.2.2. Méthode de conservation des insectes

Les petits spécimens qui ne supportent pas le dessèchement (exemple les cochenilles) sont conservés dans l'alcool 70°. Les Lépidoptères capturés sont injectés d'ammoniaque à l'aide d'une seringue puis rangés dans des papillotes. Les autres insectes sont tués dans un flacon contenant de l'éther acétique puis rangés dans des couches de coton.

II.2.3. Méthode de détermination des insectes

Une détermination préliminaire des insectes a été effectuée sur le terrain puis l'identification définitive a eu lieu au laboratoire à l'aide de la bibliographie et avec le concours des entomologistes taxinomistes étrangers. Etant donné que la plupart des insectes sont des petits animaux difficiles à identifier et que le niveau de connaissance en demeure encore faible, la détermination de certains individus n'arrive pas en dessous de la super-famille ou de la famille. Dans cette étude, la super-famille ou la famille d'insectes désigne seulement une ou quelques espèces mais elles n'englobent pas tous les représentants de ces taxas.

Il est difficile d'identifier la famille à laquelle appartiennent les chenilles observées sur les feuilles des baobabs. Ainsi, un élevage de ces chenilles a été réalisé afin d'avoir des individus adultes pour des identifications ultérieures.

II.2.4. Méthode d'analyse des données

II.2.4.1. Similarités des insectes sur les sites

L'indice de similarité de Jaccard noté J est utilisé pour connaître le degré de ressemblance des insectes observés sur les cinq espèces de baobabs prospectées en stade de floraison. Il est également utilisé pour connaître le degré de ressemblance des insectes observés sur les quatre espèces de baobabs de la section des *Longitubae*, en stade de floraison, en saison humide. Si J (indice de similarité de Jaccard) égale à 0, la composition de deux communautés d'insectes trouvés différent et le cas contraire pour $J = 1$.

Dans cette étude, l'indice de similarité de Jaccard J se calcule par :

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

avec J : indice de similarité de Jaccard

c : nombre de groupe d'insectes communs sur deux espèces de baobab

a : nombre de groupe d'insectes propre pour l'une des deux espèces de baobab

b : nombre de groupe d'insectes propre pour l'autre des deux espèces de baobab

II.2.4.2. Analyse des relations trophiques

Le test de Kruskal-Wallis est utilisé pour analyser la variation des relations trophiques entre insectes et baobabs. Il permet aussi de déterminer s'il existe une spécificité ou non en terme de relation trophique entre les insectes et les différentes espèces de baobabs présentes dans un site d'étude.

L'hypothèse en est :

- H_0 : il n'existe aucune différence de relation trophique des insectes entre les espèces de baobabs prospectées.
- H_1 : il existe une différence de relation trophique des insectes entre les espèces de baobabs prospectées.

Si la valeur de la probabilité calculée est inférieure à celle du seuil ($P < 0,05$), la variation est significative. Une différence existe donc sur la relation trophique des insectes entre les espèces de baobabs prospectées.

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Seules cinq espèces parmi les six endémiques de Madagascar (*Adansonia madagascariensis*, *A. grandidieri*, *A. rubrostipa*, *A. perrieri*, *A. za*) ont été prospectées à cause du manque de descente sur le terrain.

III.1. Communautés d'insectes observées sur les baobabs

Vingt huit groupes d'insectes ont été observés sur les 130 pieds appartenant à cinq espèces de baobabs (*Adansonia madagascariensis*, *A. grandidieri*, *A. rubrostipa*, *A. perrieri*, *A. za*). Ces insectes sont listés dans le Tableau 4. Ce tableau montre les familles des insectes qui ont été échantillonnées. Vingt huit super-Familles ou Familles d'insectes (dont quatre non déterminées) ont été inventoriées sur les cinq espèces de baobabs prospectées. Quinze d'entre elles possèdent des relations trophiques avec les baobabs. Deux sont reconnues comme ennemis naturels des chenilles parasites de baobabs. La présence des insectes communs sur les cinq espèces de baobab n'est pas remarquée. Toutefois, des groupes d'insectes sont trouvées sur quatre espèces ou sur trois ou sur deux ou voir même sur une seule espèce de baobab.

Tableau 4: Liste des Super- familles ou Familles d'insectes observés sur les baobabs dans l'ensemble des sites d'étude

Ordre	Super-Famille/Famille	Stade	Espèce de baobab					Classification
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	
HEMIPTERES	ALEYRODIDAE	larve	*				*	I
	PENTATOMIDAE	larve, adulte		*	*		*	I
	FULGOROIDEA	adulte		*				
	CICADELLIDAE	adulte		*				
	DIASPIDIDAE	adulte	*					I
	PYRRHOCORIDAE	larve, adulte	*	*		*	*	I
THYSANOPTERES	NON IDENTIFIER	adulte					*	I
LEPIDOPTERES	CRAMBIDAE	chenille	*					I
	SPHINGIDAE	adulte	*	*		*	*	I
	ARCTIIDAE	adulte		*				I
	NON IDENTIFIER	chenille			*			I
	NON IDENTIFIER	chenille			*			I
COLEOPTERES	CURCULIONIDAE	adulte				*	*	I
	CERAMBYCIDAE	adulte	*	*			*	I
	CHRYSOMELIDAE	adulte	*					

Tableau 4. (Suite)

Ordre	Super-Famille/Famille	Stade	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	Classification
COLEOPTERES	COCCINELLIDAE	adulte	*					
	BRUCHIDAE	adulte				*		
	BUPRESTIDAE	adulte	*					
	ELATERIDAE	adulte	*	*				
ISOPTERES	NON IDENTIFIER	adulte					*	I
	NON IDENTIFIER	adulte					*	I
DICTYOPTERES	BLATTOIDEA	adulte		*			*	I
	MANTOIDAE	adulte	*					
HYMENOPTERES	APIDAE	adulte	*	*				I
	FORMICIDAE	adulte				*		I
	EULOPHIDAE	larve	*					II
	VESPIDAE	adulte		*				
	BRACONIDAE	larve, adulte	*					II
DIPTERES	MUSCIDAE	adulte		*				
	TABANIDAE	adulte		*				
Note : (a) <i>A. madagascariensis</i> (b) <i>A. grandidieri</i> (c) <i>A. rubrostipa</i> (d) <i>A. perrieri</i> (e) <i>A. za</i> * : présence I : insectes ayant des relations trophiques avec les baobabs II : parasitoïdes								

Pour pouvoir comparer le degré de ressemblance des communautés d'insectes inventoriées entre les différentes espèces de baobab en stade de floraison, l'indice de similarité de Jaccard est calculé et est présenté dans le Tableau 5.

Tableau 5: Indice de similarité de Jaccard entre les insectes des cinq espèces de baobab prospectées

Espèce de baobab	<i>A. madagascariensis</i>	<i>A. grandidieri</i>	<i>A. rubrostipa</i>	<i>A. perrieri</i>	<i>A. za</i>
<i>A. madagascariensis</i>		0,23	0,05	0,21	0,32
<i>A. grandidieri</i>			0,07	0,19	0,39
<i>A. rubrostipa</i>				0,00	0,18
<i>A. perrieri</i>					0,33

D'après ce tableau, les valeurs de l'indice de similarité de Jaccard J vont de 0,05 à 0,39. Ces valeurs signifient que certains groupes d'insectes sont partagés entre quatre ou trois ou deux ou une espèce de baobab. Tel est le cas des SPHINGIDAE observés sur quatre espèces de baobab (*Adansonia madagascariensis*, *A. grandidieri*, *A. perrieri*, *A. za*) ; des CERAMBYCIDAE observés sur *A. madagascariensis*, *A. grandidieri*, *A. za* ; des APIDAE observés sur *A. madagascariensis*, *A. grandidieri* et des THYSANOPTERES observés uniquement sur *A. za*.

La moitié des valeurs de cet indice se trouve en dessous de 0,20 signifiant ainsi une différence de la composition d'insectes sur les cinq espèces de baobabs en fleur lors de la saison humide et sèche. A part *Adansonia za* et *A. grandidieri* ($J = 0,39$), les autres baobabs ont de forte dissimilarité en matière de cortèges d'insectes. Aucun insecte n'est partagé entre *A. rubrostipa* et *A. perrieri* ($J = 0$). L'absence de $J = 1$ montre que la composition spécifique des communautés des insectes n'est pas apparemment homogène.

La comparaison sur la similarité des insectes observée sur quatre espèces de baobabs, fleurissant pendant la saison humide, est présentée dans le tableau suivant (Tableau 6). Cette comparaison a été faite à partir du calcul de l'indice de similarité de Jaccard noté J .

Tableau 6: Indice de similarité de Jaccard des insectes sur quatre espèces de baobab en stade de floraison en saison humide

Espèce de baobab	<i>A. madagascariensis</i>	<i>A. rubrostipa</i>	<i>A. perrieri</i>	<i>A. za</i>
<i>A. madagascariensis</i>		0,05	0,21	0,32
<i>A. rubrostipa</i>			0,00	0,18
<i>A. perrieri</i>				0,33

A partir de ce tableau, les valeurs de l'indice de similarité de Jaccard J allant de 0,05 à 0,33 montrent que moins de 50% des familles d'insectes sont communes entre les quatre espèces de baobab qui fleurissent en saison humide. Néanmoins, les valeurs de cet indice de 0,05 à 0,33 présentent que certains groupes d'insectes sont partagés entre trois ou deux ou trouvés uniquement sur une espèce de baobab donnée.

La moitié des valeurs de cet indice se trouve en dessous de 0,20 signifiant une différence de la composition d'insectes sur ces quatre espèces de baobabs en fleur lors de la saison humide. De part $J=0,33$, *Adansonia za* et *A. perrieri* présentent une certaine ressemblance en matière de cortège d'insecte mais les autres baobabs ont de forte dissimilarité en matière d'insectes. Aucun d'insectes n'est partagé entre *A. rubrostipa* et *A. perrieri* ($J=0$). L'absence de $J=1$ dans le Tableau 6 montre que la composition spécifique des communautés des insectes n'est pas homogène.

Dans le but de comprendre cette forte dissimilarité des communautés d'insectes recensés sur les baobabs, le type de relation qui existe entre eux est abordé. Il s'agit de classer ces insectes dans des catégories trophiques.

III.2. Relations trophiques entre insectes et baobabs

Parmi les insectes inventoriés sur les baobabs, 15 super-familles ou familles d'insectes (dont trois groupes non identifiés) ont des relations trophiques avec les baobabs (se nourrissant des différentes parties des baobabs). La situation des 11 groupes d'insectes sur les 28 (ANNEXE III) listés dans le Tableau 4 reste indéterminée. De plus, ils ont été observés rarement au cours de l'étude et sont ainsi exclus de l'analyse présentée dans le Tableau 7. Les relations trophiques des insectes avec les baobabs, d'après le Tableau 7, sont très diversifiées. Sept types de relations trophiques ont été recensés. Il s'agit des piqueurs-suceurs, des phyllophages, des xylophages, des détritivores, des frugivores, des pollinivores et des nectarivores. Les insectes piqueurs- suceurs/videurs, phyllophages, nectarivores et frugivores demeurent les plus dominants (Tableau 7). Ils sont suivis des xylophages, des détritiphages et des polliniphages. *Adansonia za* abritent davantage d'espèces à l'égard des piqueurs-suceurs/videurs, des phyllophages, des nectarivores, des frugivores. Cette espèce est suivie d'*Adansonia madagascariensis* et *A. grandidieri* à l'égard des piqueurs-suceurs, des xylophages, des pollinivores et des nectarivores. *Adansonia rubrostipa* et *A. perrieri* sont les baobabs les moins visités par ces insectes.

Plusieurs insectes ayant des relations trophiques avec les cinq espèces de baobab sont ainsi observés. Pour connaître si les cinq espèces de baobabs abritent ou non les mêmes catégories trophiques d'insectes, le test de Kruskal-Wallis a été utilisé. Le résultat de ce test a montré une variation significative ($H = 9,74$; $DF = 4$; $P = 0,04$). Il existe une différence sur les insectes ayant des relations trophiques avec les différentes espèces de baobabs et qui sont classés dans diverses catégories.

Tableau 7: Liste des insectes ayant des relations trophiques avec les baobabs

Ordre	Super-Famille/Famille	Stade	Espèce de baobab					Catégorie trophique avec les baobabs
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	
HEMIPTERES	ALEYRODIDAE	larve	*				*	Piqueur- suceur
	DIASPIDIDAE	adulte	*					Piqueur- suceur
	PENTATOMIDAE	larve, adulte		*	*		*	Piqueur- suceur
	PYRRHOCORIDAE	larve, adulte	*				*	Piqueur- suceur
THYSANOPTERES	INCONNUE	adulte					*	Piqueur- videur
LEPIDOPTERES	CRAMBIDAE	chenille	*					Phyllophage
	INCONNUE	chenille			*			Phyllophage
	INCONNUE	chenille			*			Phyllophage
	SPHINGIDAE	adulte	*	*		*	*	Nectarivore
	ARCTIIDAE	adulte		*				Nectarivore
COLEOPTERES	CURCULIONIDAE	adulte					*	Phyllophage
	CURCULIONIDAE	adulte					*	Frugivore
	CERAMBYCIDAE	adulte	*	*			*	Xylophage
ISOPTERES	INCONNUE	adulte					*	Xylophage
	INCONNUE	adulte					*	Frugivore
DICTYOPTERES	BLATTODEA	adulte		*			*	Détritiphage
HYMENOPTERES	APIDAE	adulte	*	*				Pollinivore
	FORMICIDAE	adulte				*		Nectarivore

Note : (a) *Adansonia madagascariensis*

(b) *A. grandidieri*

(c) *A. rubrostipa*

(d) *A. perrieri*

(e) *A. za*

* : présence

Dans l'optique d'étudier la répartition de types trophiques d'insectes suivant la localité et l'espèce de baobab, d'autres analyses ont été faites. Il s'agit de voir, pour chaque catégorie d'insectes ayant des relations trophiques avec les baobabs, le type d'insecte qui la constitue avec leur stade de développement, leur source de nourriture et leur habitat.

III.2.1. Insectes piqueurs-suceurs

Quatre groupes d'insectes piqueurs-suceurs ont été trouvés sur les différentes espèces de baobab visitées. Ces insectes sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 8):

Tableau 8: Liste des insectes piqueurs de baobabs

Ordre/super-Famille/ Famille	Stade	Localités			Espèce de baobab
		(1)	(2)	(3)	
ALEYRODIDAE	larve		*		<i>A. madagascariensis</i>
		*			<i>A. za</i>
PENTATOMIDAE	adulte			*	<i>A. grandidieri</i>
DIASPIDIDAE	adulte		*		<i>A. madagascariensis</i>
THYSANOPTERES ¹	adulte	*			<i>A. za</i>
Note: (1) Migioko (2) Ambalihakely (3) Andranomena * : présence des piqueurs sur le site					

Les insectes piqueurs-suceurs ou piqueurs-videurs des baobabs se nourrissent de la sève ou des contenus cellulaires des fleurs. Tel est le cas des larves de ALEYRODIDAE du genre *Aleuroplatus* (ou aleurodes ou mouches blanches) et des DIASPIDIDAE (ou cochenilles à bouclier) qui se fixent sur la face inférieure des feuilles de baobab. Les feuilles de baobab leur servent à la fois de nourriture et d'habitat.

Les punaises de PENTATOMIDAE (Figure 9) étant probablement de nouveau genre et de nouvelle espèce, ont été observées sur les boutons floraux d'*Adansonia grandidieri* en se nourrissant les sèves de ces derniers. Ces punaises ont été trouvées à partir de six mètres des baobabs et se mettaient sur les branches d'*A. grandidieri*, d'*A. robustipa* ainsi que sur celles d'*A. za*. Ces insectes montrent un phénomène de mimétisme par rapport à l'endroit où elles se trouvaient car elles possèdent des couleurs cryptiques (couleur semblable) à celles de l'écorce de baobabs. Ce phénomène de mimétisme leur protégerait ainsi à l'action de prédateur.

1 : Les THYSANOPTERES (thrips) sont classés comme insectes piqueurs-videurs du fait qu'ils se nourrissent des contenus cellulaires des pétales des fleurs de *A. za*.



Figure 9: Punaise PENTATOMIDAE
(Crédit photo : RYCKEWAERT P., 2009)

Des œufs bien alignés ressemblant à des ceux des punaises (les pontes de punaises sont souvent caractérisées par des œufs bien alignés) ont également été trouvés sur une feuille et sur le tronc d'*Adansonia grandidieri* à Andranomena et à Voreha.

III.2.2. Insectes phyllophages

Des insectes phyllophages ont été recensés sur les différents pieds de baobabs prospectés (Tableau 11). De plus, les feuilles d'*Adansonia madagascariensis* à Ambalihakely (Figure 10a) et de *A. za* à Migioko présentent différents trous et des traces de découpage (Figure 10b) qui sont probablement causés par des insectes phyllophages.



Figure 10 : Feuilles des baobabs
(10a)- Feuilles d'*Adansonia madagascariensis* présentant des trous –(10b)- Feuilles d'*A. za* avec des traces de découpages
(Crédit photos : RAKOTOARIMIHAKA T., 2009)

Trois groupes d'insectes ont été observés comme phyllophages des baobabs. Ces insectes sont détaillés dans le Tableau 8 ci-après :

Tableau 9: Liste des insectes phyllophages de baobabs

Ordre/super-Famille/ Famille	Stade	Localités					Espèce de baobab
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
LEPIDOPTERES	chenille			*			<i>A. rubrostipa</i>
LIMACODIDAE	chenille		*				<i>A. madagascariensis</i>
CRAMBIDAE	chenille	*					<i>A. madagascariensis</i>
CURCULIONIDAE	adulte				*	*	<i>A. za</i>

Note : (1) Anjiamangirana (2) Ambalihakely (3) Andranomena (4) Andabolava
 (5) Analave * : présence des phyllophages sur le site

Des chenilles de LEPIDOPTERES recensées à Andranomena se nourrissent des feuilles d'*Adansonia rubrostipa*. L'échec de leur élevage n'a pas permis de déterminer la famille à laquelle elles appartiennent. De nombreuses chenilles de CRAMBIDAE (pyrales) envahissent les feuilles fraîches des rejets de baobabs (*A. madagascariensis*) à Anjiamangirana II. Elles utilisent ces feuilles pour se nourrir et pour en faire un abri. Leur élevage a permis d'obtenir un adulte qui confirme leur appartenance à ladite Super-famille. Ces chenilles provoquent des dégâts, visible sur les Figure 11a et 11b, du fait qu'elles enroulent les feuilles tendres et dévorent le limbe.



Figure 11 : Feuilles des baobabs
 (11a)- Chenille de pyrale dans des feuilles d'*Adansonia madagascariensis* – (11b)- Feuilles d'*A. madagascariensis* mangées par les chenilles de pyrales
 (Crédit photos ; T. RAKOTOARIMHAJA, 2009)

Durant les observations sur le terrain, d'autres découvertes indiquent la présence des insectes phyllophages sur les baobabs. Ainsi, des mues de chenilles poilues et grégaires à différents stades de développement sont restées accrochées sur le tronc d'un pied d'*Adansonia rubrostipa* à Andranomena (Figure 12). Des amas de cocons de chrysalides ouverts se trouvaient également dans la canopée d'un pied d'*A. grandidieri*, toujours à Andranomena. La présence de ces cocons et mues larvaires laisse supposer que ces derniers se nourrissaient des feuilles de baobabs, au moins au cours de la saison des pluies.

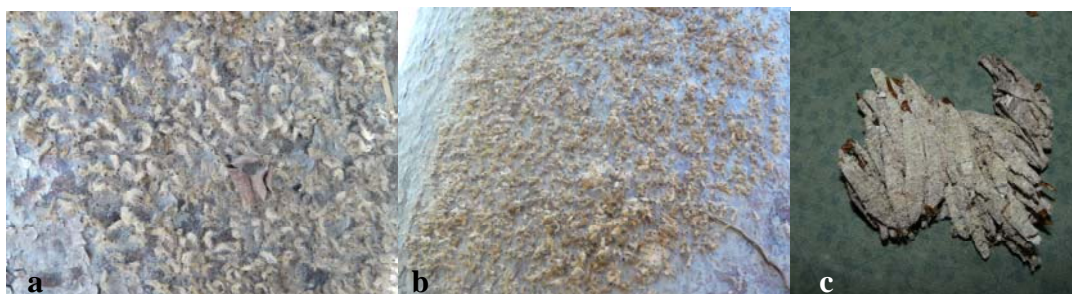


Figure 12 : Photos des mues de chenilles

(12a), (12b)- Exuvies de chenilles poilues grégaires à différents stades de développement sur un tronc d'*Adansonia rubrostipa* – (12c)- Amas de cocons de chrysalides ouverts sur *A. grandidieri*
(Crédits photos : RYCKEWAERT P., 2009)

III.2.3. Insectes xylophages

Deux groupes d'insectes, observés comme étant potentiellement xylophages sur baobabs, sont présentés dans le Tableau 10 suivant :

Tableau 10: Liste des insectes xylophages de baobabs

Localités								
Ordre/ Famille	Stade	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Espèce de baobab
CERAMBYCIDAE	adulte	*						<i>A. madagascariensis</i>
			*	*				<i>A. grandideri</i>
						*	*	<i>A. za</i>
ISOPTERES	adulte		*		*			<i>A. za</i>
Note : (1) Anjiamangirana		(2) Andranomena		(3) Ambalorao		(4) Ampanihy		
(5) Tanaentsoa		(6) Analave		* : présence des xylohages sur le site				

De nombreuses espèces de CERAMBYCIDAE (longicornes ou capricornes) ont été observées sur les troncs et branches des baobabs. Quelques espèces de ces insectes ont été identifiées entre autres *Batocera rufomaculata* (Figure 13a), *Idactus* (Figure 13b) et

Ancylonotus tribulus hieroglyphicus (Figure 13c). Les autres espèces sont en cours de détermination en France. Ils sont nombreux à se mettre sur les troncs et branches des baobabs pour se nourrir du bois à l'aide de leur puissante mandibule. Ces longicornes laissent des traces de grignotages après leur passage. Ces traces sont visibles sur la Figure 13e. Il est à remarquer que ces longicornes possèdent également des couleurs mimétiques à celle de l'écorce des baobabs favorisant ainsi leur camouflage sur les troncs et branches.

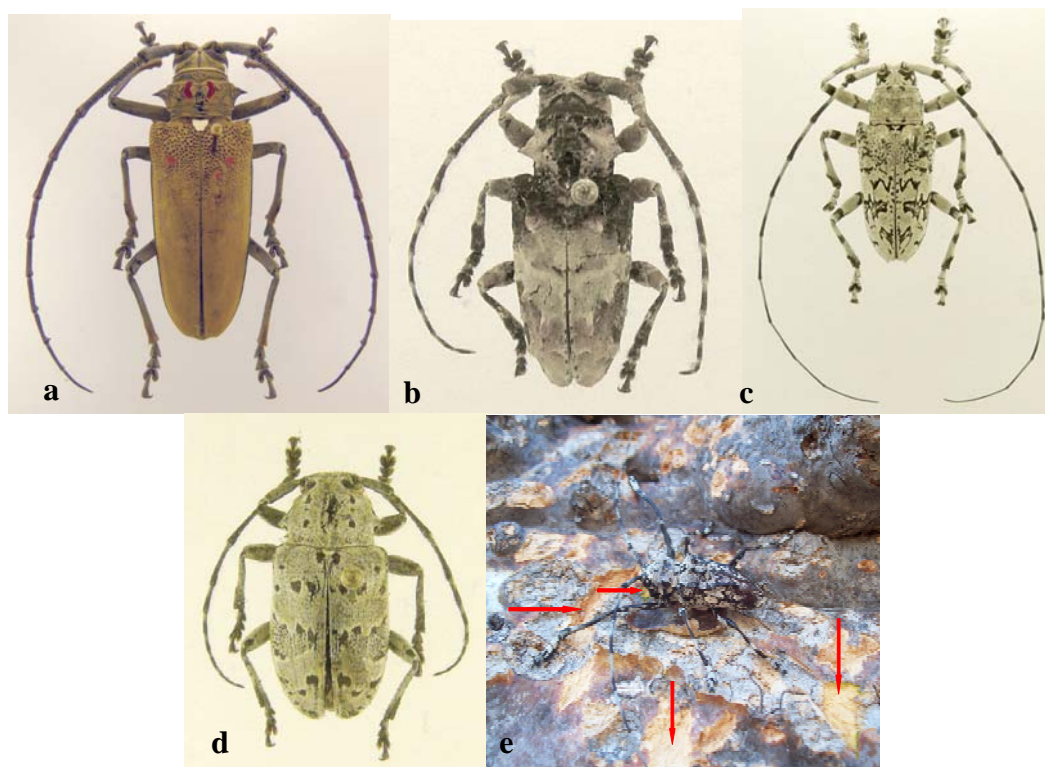


Figure 13 : CERAMBYCIDAE des baobabs

(13a)- *Batocera rufomaculata* trouvé sur *Adansonia madagascariensis* – (13b)- *Idactus* trouvé sur une branche morte d'*A. madagascariensis* – (13c)- *Ancylonotus tribulus hieroglyphicus* trouvé sur *A. grandidieri* – (13d)- Autre longicorne trouvé sur *A. grandidieri* – (13e)- Traces laissées par les longicornes sur *A. grandidieri*

(Crédit photos : RYCKEWAERT P., RAKOTOARIMHAJA T. 2009)

III.2.4. Insectes détritivores

Des grosses blattes de la Super-famille des BLATTOIDEA, ont été observées à la base des troncs pourris d'*Adansonia za* à Andranomena et d'*A. grandidieri* à Voreha. Ces blattes utilisent les baobabs comme habitat et comme source de nourriture.

III.2.5. Insectes frugivores

Trois groupes d'insectes frugivores ont été observés sur les baobabs et sont présentés dans le tableau ci-après (Tableau 11) :

Tableau 11: Liste des insectes frugivores observés sur les baobabs

Ordre/ Famille d'insectes	Stade	Localités					Espèce de baobab
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
CURCULIONIDAE	adulte	*					<i>A. za</i>
PYRRHOCORIDAE	larve, adulte			*			<i>A. madagascariensis</i>
					*		<i>A. perrieri</i>
						*	<i>A. za</i>
PENTATOMIDAE	adulte	*					<i>A. za</i>
ISOPTERES	adulte		*				<i>A. za</i>
Note: (1) Andranomena (5) Tanaentsoa		(2) Ampanihy * : présence des frugivores sur le site.	(3) Ankarana			(4) Ambondromifehy	

Le CURCULIONIDAE (charançon) du genre *Bathyaulacus subcuculatus* (Figure 14a) a été trouvé sur le fruit de *A. za* et se nourrit des gommages noirs sortant à la surface. A côté de ce charançon se trouvait une punaise PENTATOMIDAE qui piquait ce même fruit. La sortie de la gomme sur la surface de ce fruit pourrait être due à un trou fait par le charançon ou par les piqûres faites par la punaise.

Les larves et adultes de PYRRHOCORIDAE (punaises) du genre *Dysdercus flavidus* (Figure 14b) se nourrissent de la pulpe des fruits tombés par terre des baobabs. Ces punaises sont parfois abondantes et sont presque omniprésentes sur les différents sites d'étude.

Les ISOPTERES (termites) utilisent des fruits tombés par terre pour la nourriture (la partie ligneuse) et pour l'habitat.

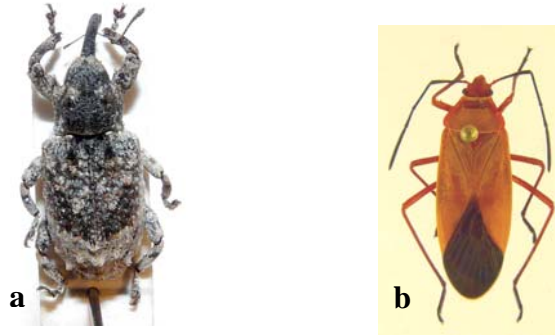


Figure 14 : Insectes frugivores des baobabs

(14a)- *Bathyaulacus subcuculatus* trouvé sur le fruit d'*Adansonia za* -**(14b)-** Punaise *Dysdercus flavidus* trouvée sur les fruits des baobabs
(Crédit photos : RYCKEWAERT P., 2009)

III.2.6. Insectes pollinivores

Des APIDAE (abeilles) ont été observées sur les fleurs d'*Adansonia madagascariensis* (Figure 15) et sur les fleurs d'*A. grandidieri*. Elles récupèrent du pollen sur les étamines. Il est bien connu que les abeilles utilisent le pollen comme source de nourriture, complétée par le miel (glucides) qu'elles fabriquent à partir du nectar.



Figure 15: Abeilles trouvées sur les fleurs d'*Adansonia madagascariensis*
(Crédit photo : RAZANAMARO O., 2009)

III.2.7. Insectes nectarivores

Trois groupes d'insectes nectarivores ont été observés sur plusieurs espèces de baobab. Le détail est présenté dans le Tableau 12 ci-dessous :

Tableau 12: Liste des insectes nectarivores sur les baobabs

Famille d'insectes	Stade	Localités							Espèce de baobab
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
SPHINGIDAE	adulte		*						<i>A. madagascariensis</i>
				*	*	*			<i>A. grandidieri</i>
		*							<i>A. perrieri</i>
							*	*	<i>A. za</i>
ARTIIDAE	adulte					*			<i>A. grandidieri</i>
FORMICIDAE	adulte	*							<i>A. perrieri</i>
Note: (1) Ambondromifehy		(2) Anjiamangirana		(3) Andranomena		(4) Voreha			
(5) Ambalorao		(6) Tanaentsoa		(7) Analave		* : présence			

Les FORMICIDAE (fourmis) sont des insectes nectarivores des baobabs. Ils ont été trouvés à la base des fleurs en prenant du nectar. Bien que les fourmis soient principalement carnivores ou omnivores, elles sont aussi secondairement nectarivores des baobabs. A part les fourmis, les SPHINGIDAE (sphinx) se nourrissent également du nectar de ces arbres en l'aspirant à l'aide de leur trompe. Le comportement de ces papillons lors de la prise du nectar et la possession de trompe à longueur variable pourraient induire qu'ils sont probablement des pollinisateurs des baobabs (cf. Insectes pollinisateurs potentiels des baobabs). Les ARCTIIDAE (écailles) se nourrissent également de nectar mais sont uniquement des visiteurs des baobabs, loin d'être des pollinisateurs.

Andranomena est le seul site d'étude où trois espèces de baobab (*Adansonia grandidieri*, *A. rubrostipa*, *A. za*) coexistent. Des insectes ayant des relations trophiques avec les baobabs ont été également notés sur cette localité. De ce fait, des analyses, à partir du test Kruskal-Wallis, ont été faites pour connaître si ces trois espèces de baobabs abritent ou non les mêmes catégories trophiques d'insectes. Le résultat a montré une variation légèrement significative ($H = 5,863$, $DF = 2$ et $P = 0,053$). D'après ce résultat, une petite différence de catégories trophiques d'insectes se présente sur les trois espèces de baobabs qui coexistent à Andranomena.

III.3. Interactions spécifiques

Deux principaux types d'interactions ont été observés durant les visites sur le terrain. Le premier type d'interaction s'agit d'un phénomène de la pollinisation des baobabs et le deuxième est phénomène de parasitoïde pour les phyllophages de ces grands arbres.

III.3.1. Insectes pollinisateurs potentiels de baobabs

Des hétérocères visitent les fleurs des baobabs après leur ouverture lors de la tombée de la nuit ou la nuit dans 7 sites sur les 13. L'observation de leur comportement alimentaire (prise de nectar) a indiqué que certains de ces insectes pourraient être des pollinisateurs de ces arbres. La capture de ces insectes a permis d'identifier que ces papillons appartiennent à la famille des SPHINGIDAE. Certaines espèces de ces papillons effectuent des vols stationnaires au-dessus des fleurs pour prélever le nectar et de ce fait, des pollens pourraient s'accrocher sur leur corps et seraient transporter sur le stigmate des autres fleurs lors de nouveau butinage. Les vols stationnaires effectués par ces insectes pourraient ainsi dû à la longueur de leur trompe et ce dernier serait un atout pour que leur corps ou leur trompes s'imprègnent du pollen.

Deux espèces de SPHINGIDAE étant *Agrius convolvuli* (Figure 16a) et *Coelonia solani* (Figure 16b) ont été observées et capturées sur les fleurs de baobabs appartenant à la section *Longitubae* (*Adansonia madagascariensis*, *A. perrieri* et *A. za*) et *Nephele comma* trouvé sur les fleurs de *A. grandidieri* (section des *Brévītubae*).

La liste des espèces de SPHINGIDAE capturées sur les fleurs de baobab est figurée dans le Tableau 13 suivant :

Tableau 13: Liste des espèces de sphinx capturées sur les fleurs de baobabs

Espèce de sphinx	Localités							Espèce de baobab visitée
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
<i>Coelonia solani</i>	*				*		*	<i>A. madagascariensis</i> <i>A. perrieri</i> <i>A. za</i>
<i>Agrius convolvuli</i>	*						*	<i>A. madagascariensis</i> <i>A. za</i>
<i>Nephele comma</i>		*	*	*				<i>A. grandidieri</i>
Note : (1) Anjiamangirana (2) Andranomena (3) Voreha (4) Ambalorao (5) Ambondromifehy (6) Tanaentsoa (7) Analave * : capture des sphinx sur les fleurs								

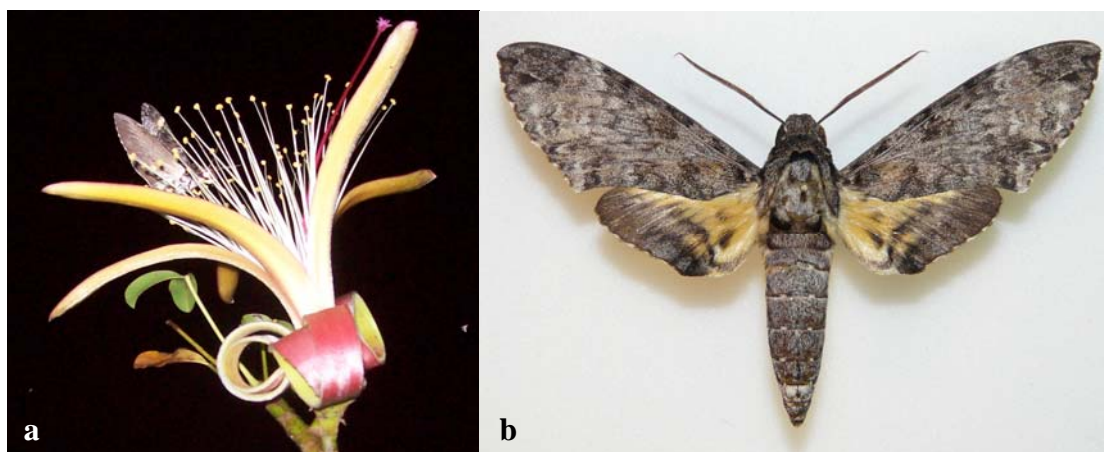


Figure 16 : Insectes nectarivores des baobabs

(16a)- *Agrius convolvuli* sur une fleur d'*Adansonia madagascariensis* – **(16b)**- *Coelonia solani*
(Crédit photos : RAZANAMARO O., RYCKEWAERT P., 2009)

Lors de l'analyse d'*Agrius convolvuli*, *Coelonia solani*, *Nephele comma* capturés sur les fleurs de baobabs et sur pièges lumineux, une variation de la longueur de trompe de ces sphinx a été observée. La mesure de ces trompes montre que *Agrius convolvuli* a en moyenne 110 mm (n= 16), 167 mm (n= 36) pour *Coelonia solani* et 43 mm (n= 37) pour *Nephele comma*. Ces différentes mesures seront appropriées à la morphologie des fleurs de baobabs favorisant ainsi la pollinisation de ces arbres.

III.3.2. Ennemis naturels des phytophages de baobabs

Des insectes entomophages, notamment des parasitoïdes ont été capturés lors des observations sur le terrain. Ces insectes sont cités dans le Tableau 14 suivant :

Tableau 14: Liste des insectes entomophages recensés

Famille	Stade des parasitoïdes	Stade de l'hôte	Localités	
			(1)	(2)
EULOPHIDAE	larve	chenille (LIMACODIDAE)	*	
BRACONIDAE	larve, adulte	chenille (CRAMBIDAE)		*

Note : (1) Ambalihakely (2) Anjiamangirana

* : présence des parasitoïdes sur le site

La conservation d'une chenille immobile de LIMACODIDAE (Lépidoptères), trouvée sur une feuille d'*Adansonia madagascariensis* à Ambalihakely, a abouti à la naissance des larves des microhyménoptères parasitoïdes. L'identification de ces dernières a montré qu'elles

appartiennent à la famille des EULOPHIDAE et sont ainsi notées parasitoïdes des phyllophages de baobabs.

Des BRACONIDAE du genre *Iphiaulax didymus* et *Disophrys exilis* (guêpes parasitoïdes, Figure 17) ont été observés et capturés autour des repousses d'*Adansonia madagascariensis* à Anjiamangirana. La conservation des chenilles phyllophages des baobabs pour leur élevage a permis d'observer que ces chenilles ont été parasitées par ces microhyménoptères et que parmi les chenilles élevées, seul un adulte arrivait à terme. Ces guêpes sont donc considérées comme parasitoïdes des phyllophages de baobabs.



Figure 17: *Disophrys exilis* observée sur *Adansonia madagascariensis*
(Crédit photo : P. RYCKEWAERT)

Ces observations montrent qu'il existe des ennemis naturels vis-à-vis de certains phyllophages des baobabs mais le taux de parasitisme n'a pas été encore étudié.

IV. DISCUSSION

IV.1. Diversité de l'entomofaune sur les baobabs

La composition en familles d'insectes observées sur les cinq espèces de baobab visitées est largement différente. Particulièrement, aucune forme commune d'insecte n'est partagée entre deux espèces de baobabs étant *Adansonia rubrostipa* et *A. perrieri*. La faible similarité des insectes observés sur les baobabs pourrait être en relation aux périodes de descente sur le terrain. En effet, les périodes de prospections (stade de floraison des baobabs) se situent soit en saison sèche soit en saison humide suivant l'espèce de baobab visitée. Ainsi, des insectes actifs en saison humide pourraient être absents en saison sèche et inversement. Tel est le cas, probablement, des guêpes parasitoïdes (EULOHIDAE et BRACONIDAE) observées sur les feuilles d'*A. madagascariensis* lors de la saison humide, saison où les chenilles se développent.

D'autre part, l'état phénologique des baobabs visités serait en relation à la faible similarité des insectes trouvés sur ces arbres. En effet, la période de floraison d'une espèce de baobab est accompagnée ou non du stade de feuillaison ou de fructification. Ainsi, la présence ou l'absence des feuilles ou des fruits pourrait expliquer la différence au niveau des insectes trouvés sur les espèces de baobab visitées. Tel est le cas des larves Aleurodes qui ont été observées sur les feuilles d'*Adansonia madagascariensis* et d'*A. za* mais absentes sur *A. grandidieri*, et *A. perrieri*, espèces de baobab dépourvues de feuilles lors de la prospection. Baum (1995a) a étudié la phénologie de chaque espèce de baobab malgache et a pu établir des calendriers à ce propos (cf ANNEXE II). Il est alors fort probable que la période et l'état phénologique des baobabs joueraient de rôles non négligeables sur la présence ou l'absence de certains insectes sur ces grands arbres.

La différence des écosystèmes où ces baobabs sont implantés pourrait aboutir à la faible similarité des insectes trouvés sur ces grands arbres. En effet, les différents sites d'étude se trouvent dans différents écosystèmes entre autres du sec (Voreha) à humide (Migioko) et que les insectes trouvés sur un écosystème sec seraient absents sur un écosystème humide. Tel est le cas de l'observation des punaises PENTATOMIDAE dans des écosystèmes secs (Voreha, Andromena, Analave) et leur absence dans un écosystème humide (Migioko).

Une faible similarité se présente également au cours d'une seule saison (saison humide) sur la composition en familles d'insectes sur quatre espèces de baobab. Ces espèces fleurissent toutes en saison humide. Une fois encore, la différence de l'état phénologique des

baobabs pourrait expliquer cette faible similarité. En effet, malgré la même saison de visite sur le terrain et le même stade phénologique des baobabs, une différence de la composition des insectes trouvés sur quatre espèces de baobab (*Adansonia madagascariensis*, *A. perrieri*, *A. rubrostipa*, *A. za*) repose sur le présence ou non des feuilles. Tel est le cas de l'observation des insectes piqueurs-suceurs et phyllophages sur *A. za* et de leur absence de ces insectes sur *A. perrieri*. Il est à noter qu'*A. za* était pourvu à la fois de fleurs et de feuilles durant les visites sur le terrain alors qu'*A. perrieri* était seulement en feuilles.

En outre, la différence de biotope, où chaque espèce de baobab est implantée contribuerait aussi à la faible similarité des insectes observés sur les quatre espèces de baobabs fleurissant en saison humide. En effet, les sites où ces quatre espèces de baobabs se trouvent, sont caractérisés par des biotopes différents. Tel est le cas de l'observation des thrips sur *Adansonia za* à Migioko, localité caractérisée par un biotope humide (dans la vallée de Sambirano) et leur absence sur *A. rubrostipa* à Tsimanampetsotsa ou sur *A. perrieri* à Ambondromifehy, les deux dernières localités caractérisées par des biotopes secs.

IV.2. Relations trophiques entre insectes et baobabs

Une différence a été trouvée sur les insectes ayant des relations trophiques avec les baobabs et qui sont classés dans diverses catégories. Cette différence semble toujours être en relation avec l'état phénologique de chaque espèce de baobab visitée et aussi la spécificité du régime alimentaire des insectes. Tel est le cas de l'observation des phyllophages (certaines pyrales) ou piqueurs-suceurs (larves d'aleurodes) sur *Adansonia madagascariensis* et sur *A. za* alors que leur absence est notée sur *A. perrieri* ou *A. grandidieri*. Ces deux dernières espèces de baobabs étaient sans feuilles lors de la période de l'étude.

Très peu d'informations existent jusqu'à présent concernant les relations trophiques des insectes entre eux et avec les baobabs malgaches. Seules des études se focalisant sur les communautés des arthropodes des fruits des baobabs (*Adansonia rubrostipa*, *A. za*) existent (Wickens et Lowe, 2008; Lukasik et Johnson 2004, 2007 ; Abdillahi et Raveloarison, 2006).

IV.2.1. Insectes piqueurs-suceurs des baobabs

Les thrips se nourrissant des pétales de *A. za* à Migioko, observés uniquement dans cette station, seraient associés aux MALVACEAE. En effet, les baobabs dans cette localité se trouvent au sein d'un champ de cacaoyer, ce dernier appartenant aussi à cette famille de

plante. Ces insectes pourraient ainsi provenir de ces cacaoyers pour ensuite se mettre sur les baobabs et inversement. Une étude sur le thrips, du genre *Caliothrips helini* Hood, ravageurs des cotonniers de Madagascar, a été faite par Bournier (1968). Il est à remarquer que les cotonniers sont des plantes appartenant à la même famille que les baobabs (MALVACEAE). De ce fait, ces thrips pourraient ainsi endommager les baobabs (si l'hypothèse que ces insectes soient inféodés aux MALVACEAE s'avère juste). La détermination des thrips lors de la présente étude, en attente, pourrait apporter plus d'informations s'il s'agit de la même espèce sur les cotonniers, les baobabs et probablement les cacaoyers malgaches. Le même phénomène a été prouvé par Wickens et Lowe (2008) qui a identifié que le baobab africain est une plante réservoir d'insectes du cotonnier et du cacaoyer.

IV.2.2. Insectes frugivores des baobabs

Les punaises, *Dysdercus flavidus* (PYRRHOCORIDAE), observées sur la base des troncs et plus souvent se nourrissant des fruits tombés par terre des baobabs, seraient également associées aux MALVACEAE. Leur observation dans presque tous les sites d'étude mais aussi sur les plantes environnantes des baobabs appartenant à cette famille de plante confirme cette association. Wickens et Lowe (2008) a aussi observé, ces punaises sur les fruits d'*Adansonia rubrostipa* et d'*A. za* tombés au sol à Madagascar. De même, ils sont connus comme associés aux feuilles des plantes des MALVACEAE aux Antilles dont la Martinique (Ryckewaert 2009, communication personnelle). De plus, plusieurs espèces de *Dysdercus* sont également citées du cotonnier (MALVACEAE) en Afrique (Wickens et Lowe, 2008).

Le charançon *Bathyaulacus subcuculatus* a été observé sur le fruit d'*Adansonia za* à Andranomena et considéré comme frugivore des baobabs. Ces insectes ont été aussi trouvés sur les fruits d'*A. rubrostipa* à Kirindy en 2007 (Ryckewaert 2010, communication personnelle). Il est à noter que Andranomena et Kirindy sont deux localités proches. Ces insectes pourraient être ainsi associés aux fruits de *Longitubae* car les baobabs *A. za* et *A. rubrostipa* appartiennent à cette section. A part l'exploitation de ces insectes des fruits des *Longitubae* dans ces localités, il se pourrait qu'ils exploitent aussi ceux des *Brevitubae* étant donné que des baobabs *Longitubae* et *Brevitubae* (*A. grandidieri*) coexistent ensemble. Au cours de l'étude faite par Lukasik et Johnson (2007) dans la Réserve Forestière de Kirindy sur les fruits de baobabs, 18 familles d'insectes répartis dans six ordres différents ont été

observées. Certains groupes de ces insectes ont été aussi trouvés lors de cette étude. Tel est le cas des charançons et des termites.

IV.2.3. Insectes xylophages des baobabs

Les longicornes qui se nourrissent de l'écorce des baobabs, à l'aide de leurs puissantes mandibules, contribueraient au déclin de ces grands arbres. En effet, les traces laissées par les longicornes seraient des voies de pénétration de l'humidité donc une voie de prolifération de divers microorganismes (bactéries et/ou champignons). L'action de ces derniers rend fragile les pieds et/ou les conduit à la décomposition progressive du bois. En fait, un pied de baobab (*Adansonia madagascariensis*) présentant un tronc pourri et moisi ainsi que des branches tombées est observé à Anjiamangirana. La décomposition observée sur ce tronc pourrait être due à l'impact de présence des longicornes (*Idactus*) sur ce pied, laissant ainsi des traces de broyage et ces dernières seraient une voie de pénétration des microorganismes d'où la présence des moisissures. De plus, Wickens et Lowe (2008) mentionnent que des champignons des pailles (*Volvaria volvacea* et *V. esculenta*) pourrissent et entraînent même la mort des pieds d'*A. grandidieri*, d'*A. rubrostipa*, d'*A. za* ainsi que d'autres plantes industrielles.

La présence de ces longicornes sur plusieurs types de baobabs incite à émettre une hypothèse sur leur préférence en matière d'arbre. Cette hypothèse est : l'attaque des longicornes se fait sur tout type d'arbre qu'il soit sain, malade ou mourant. En effet, ces longicornes ont été observés sur un pied abattu (par un cyclone) et sur des branches tombées au sol mais aussi sur les écorces ou les branches des pieds sains. De ce fait, ces insectes n'auraient pas de préférence en matière d'état sanitaire de l'arbre (sain ou malade). Or d'après Goureau (1867), les longicornes ne rongent que les arbres affaiblis et malades. Ce chercheur avance qu'ils n'attaquent pas des arbres sains même si ces derniers sont placés parmi les arbres malades. En comparant ces observations à celles de la présente étude, certains résultats sont communs comme le fait que des longicornes attaquent les arbres malades (pied et branche abattus). Pourtant l'observation de ces insectes sur des pieds des baobabs sains remet en cause l'hypothèse de Goureau (1867) et pourrait nécessiter une nouvelle vérification. Si l'hypothèse de cet auteur s'avère juste, les baobabs même s'ils ont une apparence saine, présenteraient une défaillance physiologique. Cette dernière pourrait être due à plusieurs facteurs tel que le nombre considérable de feuilles mangées par des organismes phyllophages ou à un sol épuisé et/ou desséché par une saison trop chaude, sans pluie ou encore par une

dégradation des sols par les actions humaines. Cette défaillance attirerait ainsi les insectes xylophages notamment des longicornes à les attaquer. Dans ce cas, l'observation de ces insectes xylophages sur des arbres apparemment sains pourrait être une indication sur l'état physiologique de l'arbre. Aussi, des précautions pour leur conservation surtout relatives aux végétaux endémiques comme le cas des baobabs malgaches pourraient être prises en considérations.

Wickens et Lowe (2008) cite que les longicornes du genre *Analeptes trifasciata* attaquent les baobabs de l'Afrique de l'Ouest et pourraient provoquer la mort des jeunes pieds. Le stade d'attaque de l'arbre par les longicornes (arbre en plein santé, affaibli, mourant, mort...) dépend des espèces des longicornes d'après un spécialiste en Guyane (Ryckewaert 2010, communication personnelle). Une succession d'espèces dans le temps pourrait ainsi être observée.

Les adultes de longicornes et les chenilles de pyrales sont les insectes observés provoquant le plus de dégâts sur les baobabs par rapport aux autres insectes. Toutefois, les nombreuses mues de chenilles rencontrées sur un tronc d'*Adansonia rubrostipa* et les cocons de chrysalides ouvertes sur *A. grandidieri* pourraient être l'empreinte d'un ravage sérieux sur ces arbres. En effet, les insectes se trouvant dans ces mues se nourrissaient probablement des feuilles des baobabs lors de la saison humide (période de feuillaison). Cette observation confirmerait l'hypothèse de Goureau (1867) qui écrit « La défaillance physiologique des arbres pourrait être due au nombre considérable de feuilles mangées par des organismes phyllophages... ». L'action de ces chenilles grégaires sur les baobabs pourrait par conséquent contribuer à cette défaillance physiologique de l'arbre.

IV.3. Interactions spécifiques

IV.3.1. Pollinisateurs potentiels des baobabs

Des espèces de sphinx entre autre *Coelonia solani*, *Agrius convolvuli* et *Nephele comma* sont observés et capturés sur les fleurs des baobabs mais également capturés sur les pièges lumineux. Ces sphinx, en se nourrissant du nectar, seraient des pollinisateurs potentiels de ces arbres. *Coelonia solani* et *Agrius convolvuli*, capturés sur des fleurs d'*Adansonia madagascariensis* et d'*A. za*, pourraient être des espèces pollinisatrices des *Longitubae*. En effet, la mesure des trompes de ces sphinx (étude en cours par ailleurs) montre que ces espèces sont susceptibles de polliniser les baobabs car ils possèdent une longueur de trompe

appropriée à la distance anthères-glandes nectarifères (>110 mm). Cette longueur doit ainsi être supérieure ou égale à la base du tube staminal à l'anthère pour pouvoir toucher les anthères et des pollens pourraient être transportés par le corps et/ou la trompe de l'animal sur le stigmate d'autres fleurs lors de nouveaux butinages. De ce fait, ces deux espèces de SPHINGIDAE seraient des pollinisateurs potentiels des baobabs notamment des *Longitubae*.

Une autre preuve du rôle pollinisateur potentiel d'*Agrius convolvuli* sur les baobabs était la capture des individus de cette espèce sur les fleurs d'*Adansonia rubrostipa* à Mangily (région du Sud-ouest) par l'équipe du CIRAD en Mars 2010.

Le sphinx *Xanthopan morganii*, une des espèces attrapées sur les pièges lumineux effectués à proximité d'*Adansonia perrieri*, serait des pollinisateurs de ces arbres. Ces hétérocères a une longueur de la trompe allant jusqu'à 250 mm, longueur proportionnelle à la distance base des pétales - tube staminal (130 à 190 mm) avec la longueur des filets (10-20 mm) (Baum, 1995a). Ainsi, cette longue trompe serait un atout pour leur réaliser des vols stationnaires au-dessus des fleurs, donc une possibilité d'accrocher des pollens sur leur corps et les déposer sur les stigmates d'autres fleurs. Il est à noter que ce sphinx, à l'aide de sa longue trompe est le seul animal connu qui puisse polliniser l'orchidée malgache *Angraecum sesquipedale*, ce dernier ayant un éperon nectarifère en tube de plus de 250 mm de longueur (Lecoufle, 2004).

A propos du *Nephele comma*, cette espèce possède une longueur de trompe supérieure ou égale à 40 mm. La distance entre la base de pétale - tube staminal (8-10 mm) et la longueur des filets (35-65 mm) des baobabs *Brevitubae* semble proche de cette longueur de trompe. Ainsi, la comparaison de ces mesures donne que ces sphinx pourrait aussi polliniser les baobabs notamment *Adansonia grandidieri*. Il est à noter que de nombreux individus de cette espèce ont été capturés sur les fleurs d'*A grandidieri* et également sur les pièges lumineux. Toutes fois, une étude a été faite par Andriafidison *et al*, (2006) mentionnant que des chauves-souris et des lémuriers sont des pollinisateurs des baobabs appartenant à la section des *Brevitubae*.

Dans cette présente étude, l'hypothèse relative aux pollinisateurs des baobabs stipule que certaines espèces de SPHINGIDAE soient spécifiques de ces arbres endémiques malgaches. En effet, les baobabs sont des végétaux à durée de vie longue (Swart, 1963) et que cette longévité permettrait à leur entomofaune, notamment aux sphinx, de s'adapter à la biologie des fleurs. Cette adaptation expliquerait les mesures assez similaires de la distance anthères-glandes nectarières et la longueur des trompes des sphinx, rendrait ainsi ces insectes

spécifiques pour les fleurs des baobabs donc le candidat potentiel pour la pollinisation de ces arbres.

Baum (1995b) avance que les sphinx suivant seraient des pollinisateurs des baobabs : *Coelonia solani* sur *Adansonia perrieri*, *A. rubrostipa* et *A. za*, *Xanthopan morgani* sur *A. perrieri* et *Agrius convolvuli* sur *A. gregorii* en Australie. La capture de certaines espèces sur les fleurs des baobabs et/ou sur les pièges lumineux lors de cette étude affirme leur rôle pollinisateur des baobabs. Cet même auteur cite les espèces suivantes comme simples visiteurs mais non pollinisateurs des baobabs malgaches : *Coelonia brevis*, *Nephele comma* et *Panogena jasmini*. Toutefois, l'observation du comportement de *Nephele comma* sur les fleurs d'*A. grandidieri* et l'analyse la longueur de trompe de cette espèce lors de cette étude rendrait avec une certaine certitude qu'elle serait une des espèces pollinisatrices de ces baobabs. Les autres espèces étant *Coelonia brevis* et *Panogena jasmini* ont été observées sur les pièges lumineux installés à proximité des baobabs mais la mesure de leur trompe n'exclut pas l'hypothèse que ces insectes pourraient aussi être des pollinisateurs des baobabs.

Toutefois, les baobabs malgaches subissent différentes pressions et menaces (déforestation et cultures sur brûlis) (Wickens et Lowe, 2008). De plus, certaines populations de baobab à savoir celles d'*Adansonia perrieri* dans le Nord ou celles d'*A. grandidieri* à Ambalorao (Sud-ouest Madagascar) semblent présenter une très faible distribution ou un problème de régénération. Cela aurait une relation à l'absence des animaux responsables de la germination des graines ou au faible effectif et/ou l'absence des pollinisateurs. De plus, à Mahabo (région Menabe), les populations locales utilisent les punaises *Dysdercus* pour la germination des graines des baobabs (Andriafidison 2010, communication personnelle). Les gens collectent ces punaises sur les fruits des kapokiers puis les mettent sur des fruits des baobabs et ces derniers arrivent à germer. L'action de ces punaises sur ces fruits n'est pas bien décrite (si elles nettoient les graines ou ...) rendrait ainsi cette application d'être approfondie. Ainsi, l'absence de ces insectes sur les sites à baobabs pourrait engendrer le problème de régénération de ces arbres. Au cours de cette, les pollinisateurs potentiels des baobabs seraient des sphinx. L'absence de ces hétérocères, qui serait en relation avec l'absence de leur plante nourricière des larves, pourrait également aboutir à ce problème de régénération. La connaissance des chenilles des sphinx pollinisateurs et de leurs plantes hôtes aiderait à la compréhension de certains problèmes sur la régénération des baobabs malgaches. Cette hypothèse est appuyée par Wickens et Lowe (2008) ; Lukasik et Johnson (2007) en stipulant

que l'absence de la régénération de ces arbres pourrait être due à l'absence des frugivores des baobabs ou à une défaillance de la pollinisation.

IV.3.2. Ennemis naturels

Des hyménoptères parasitoïdes ont été obtenus après élevage des chenilles phyllophages des baobabs et sont des ennemis naturels de ces derniers. Ces insectes parasitoïdes pourraient ainsi servir dans la lutte biologique des insectes ravageurs des baobabs même si le taux de parasitisme n'est pas encore évalué au cours de la présente étude. Peu d'information est disponible concernant le mode de vie de *Iphiaulax didymus* et *Disophrys exilis* (parasitoïdes des chenilles des pyrales à Anjiamangirana) limitant ainsi la connaissance de l'écologie et la biologie de ces insectes. Seules des études sur leur systématique sont présentes (Institut de recherche scientifique de Madagascar, 1949). Toutefois, des EULOPHIDAE et certaines espèces de BRACONIDAE sont connus par ailleurs comme parasitoïdes de la pyrale *Maliarpha separatella* Ragonot, ravageur des riz blanc d'Afrique et de Madagascar et sont utilisés pour la lutte biologique contre ces ravageurs (Polaszek *et al.*, 1994). Ces insectes seraient donc utilisables pour la lutte biologique de certains ravageurs des baobabs lors de la saison humide et que cette étude mérite d'être approfondie pour la contribuer à la conservation de ces arbres malgaches.

CONCLUSION

Une diversité d'insectes a été observée sur les baobabs malgaches. Les insectes ayant des relations trophiques avec les baobabs sont classés dans sept catégories entre autre des piqueurs-suceurs, des phyllophages, des xylophages, des détritivores, des frugivores, des pollinivores, des nectarivores. Aucune spécificité n'est notée sur ces insectes pour une espèce de baobab donnée. Les relations trophiques entre baobabs-insectes ont abouti à une spécificité d'interaction, d'une part bénéfique entre les deux groupes étant la pollinisation, d'autre part avantageuse pour les baobabs seulement (parasitisme des consommateurs primaires). La première interaction montre que des espèces données d'insectes soient spécifiques des baobabs tel que *Coelonia solani*, *Agrius convolvuli* et *Nephele comma* mais ceci mérite encore des études approfondies pour bien les confirmer. Toutefois, cette étude est une première étape pour la connaissance de l'entomofaune de ces arbres endémiques malgré le peu des données récoltées. La période de visite sur le terrain se faisait lors de floraison des baobabs, période à laquelle l'absence des feuilles et des fruits est remarquée. Des descentes sur le terrain en différentes saisons (différents stades phénologiques des baobabs) seraient à recommander pour mieux cerner la diversité des insectes et les relations trophiques avec les baobabs malgaches. De plus, la collecte des données relatives à la densité de ces insectes ayant des relations trophiques avec les baobabs, suivant des méthodes standardisées, apporterait plus d'informations sur l'impact qu'ils peuvent engendrer sur ces grands arbres.

Issu de cette étude, des perspectives émergent pour mieux connaître la bio-écologie des baobabs, notamment les interactions entre insectes et baobabs malgaches. L'absence des plantes nourricières des chenilles des pollinisateurs potentiels, qui conduirait à l'absence des adultes, pourrait entraîner un défaut de pollinisation donc défaut de régénération. En conséquence, des recherches axées sur les chenilles et les plantes hôtes de SPHINGIDAE pollinisateurs constituent une voie pour contribuer à la compréhension des problèmes de régénération des baobabs. Des études sur le déplacement des SPHINGIDAE et leur transport de pollen seraient à préconiser pour connaître la capacité des ces insectes à polliniser les fleurs des baobabs. La recherche et la reconnaissance des pollens des baobabs aideront à connaître les pollinisateurs des baobabs. Les insectes qui se nourrissent de fruits de baobabs tombés par terre méritent un suivi plus approfondi pour connaître davantage leur impact sur l'inhibition ou la stimulation de la germination des graines. Des études sur les insectes parasitoïdes des phytophages des baobabs seraient à souhaiter, notamment le taux de

parasitisme, en vue de contribuer à la connaissance des lutttes biologiques de certains ravageurs des baobabs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdillahi, H. & Raveloarison, A. T. 2006.** Abstract on plant and forest ecology 2002-current. Tropical Biology Association, Royaume-Uni. 7 pages
- Alford, D. V. 1994.** *Atlas en couleur. Ravageurs des végétaux d'ornement arbres-arbustes-fleurs*. Institut Nationale de la Recherche Agronomique, Paris. 464 pages
- Andriafidison, D., Andrianaiivoarivelo, R. A., Ramilijaona R. O., Razanahoera M. R., MacKinnon, J., Jenkins, R. K. B. & Racey, P. A. 2006.** Nectarivory by endemic malagasy fruit bats during the dry season. *Biotropica*, 38(1) : 85-90
- Appert, J. 1973.** Entomofaune parasitaire des Graminées à Madagascar. *Biomedical and Life Sciences*, 18 : 77-94
- Batilliat, P. 1846.** *Traité sur les vins de la France*. Mathias, Libraire, Paris. 352 pages
- Baum, D. A. 1995a.** A systematic revision of *Adansonia* (Bombacaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 82: 440-470
- Baum, D. A. 1995b.** The comparative pollination and floral biology of baobabs (*Adansonia*-Bombacaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 82: 328-348
- Besairie, H. 1972.** *Annales géologiques de Madagascar. Fascicule n° XXXV. Géologie de Madagascar. I : Les terrains sédimentaires*. Imprimerie Nationale, Tananarive. 463 pages
- Bouget, C., Brustel, H. & Nageleisen, L. M. 2005.** Nomenclature des groupes écologiques d'insectes liés au bois: Synthèse et mise au point sémantique. *Comptes Rendus Biologies*, 328 : 936-948
- Bournier, J. P. 1968.** Un nouveau thrips nuisible au cotonnier à Madagascar : *Caliothrips helini* Hood. *Coton et Fibres Tropicales*, 23 (4) : 403-412.
- Brenière, J., Pfeffer, P., Betbeder-Matibet., M. & Étienne, J. 1966.** Tentative d'introduction à Madagascar et à la Réunion de *Diatraeophaga striatalis*, parasite de *Proceras sacchariphagus* « Borer ponctué » de la canne à sucre. *BioControl*, 11(2) : 231-238.
- Chadare, F. J., Linnemann, A. R., Hounhouigan, J. D., Nout, M. J. R. & Van Boekel, M. A. J. S. 2009.** Baobab Food Products: A review on their composition and nutritional value. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49 : 254-274
- Collière, P. 2002.** Chênes et baobabs : La forêt de baobabs (*Adansonia digitata* L.) de Nguékoukh (Sénégal) : Analyse des causes de la dégradation de la forêt et recherche de

- solution. Rapport d'étude de la mission humanitaire réalisée au CIAF, Nguékokh. 45 pages
- Cornet, A. 1972.** Carte bioclimatique de Madagascar. *Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer*
- Couvet, D., Jiguet, F., Julliard, R. & Levrel, H. 2005.** Les indicateurs de Biodiversité. In Barbault, R. & Chevassus-au-Louis, B. (eds). *Biodiversité et changements globaux*. Unité Mixte de Recherche, France : 1-5
- Delvare, G. & Aberlenc, H. P. 1989.** *Les insectes d'Afrique et d'Amérique Tropicale : Clés pour la reconnaissance des Famille*. Laboratoire de Faunistique du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique, Montpellier. 302 pages
- Diop, A. G., Sakho, M., Dornier, M., Cisse, M. & Reynes, M. 2006.** Le baobab africain (*Adansonia digitata* L.) : Principales caractéristiques et utilisations. *Fruits*, 61(1) : 55-69
- Faugère, E. 2008.** Mettre en mots, en nombre et en politique la nature neo-caledonienne. *Journal de la Société des Océanistes*, 1: 126-127
- Fleischhauer, A., Amend, T. & Eissing, S. 2008.** *Entre fourneaux et esprits de la forêt. La protection de la nature entre efficience énergétique et vieilles traditions : Des idées venues de Madagascar*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn. 100 pages
- Goureau, C. 1867.** Les insectes nuisibles aux forêts et aux arbres d'avenues. *Bulletin de la Société des Sciences, Historiques et Naturelles, Yonne*. 375 pages
- Hochreutiner B. P. G. 1908.** Un nouveau baobab et révision du genre *Adansonia*. *Annales du Conservatoire et Jardin Botanique de Genève*, 1908 : 136-143
- Institut de recherche scientifique de Madagascar, 1949.** Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar: Série Biologie animale. Institut de Californie. Volume 2 à 3
- Lamy, M. 1997.** *Les insectes et les hommes*. Collection Sciences d'aujourd'hui, Paris. 414 pages
- Lecoufle, M. 2004.** *Le traité des orchidées*. Artemis, Espagne. 384 pages
- Lukasik, P. & Johnson, T. 2007.** Arthropod communities and succession in baobab, *Adansonia rubrostipa*, fruits in a dry deciduous forest in Kirindy Forest Reserve, Madagascar. *African Entomology*, 15(1) : 214-220
- Mariau D. 2000.** *Les lépidoptères et les hémiptères ainsi que leurs ennemis naturels: La faune du palmier à huile et du cocotier*. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Montpellier. 97 pages

- Minet, J. & Bourgoïn, T. 1986.** Phylogénie et classification des Hexapodes (Arthropoda). *Cah. Liaison Office Pour l'Information Eco-entomologique (O.P.I.E)*, 20(4) : 23-32
- Moat, J. & Smith, P. 2007.** *Atlas de la végétation de Madagascar*, Royal Botanical Gardens, Kew. 123 pages
- Polaszek, A., Fitton, M. G., Bianchi, G. & Huddleston, T. 1994.** The parasitoids of the African white rice borer, *Maliarpha separatella* Ragonot (Lepidoptères: Pyralidae). *Bulletin Entomological Research*, 84: 65-89
- Razanamaherizaka, J. H. H. 2009.** Régénération, démographie, physiologie de la graine et des plantules du genre *Adansonia* à Madagascar. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences de la vie, Option : Physiologie Animale. 170 pages
- Riba, G., Marcandier, S., Richard, G. & Larget, I. 1983.** Sensibilité de la pyrale de maïs (*Ostrinia nubilalis*) [Lep.: Pyralidae] aux hyphomycetes entomopathogenes. *Biocontrol*, 28 : 55-64
- Ryckewaert, P. 2009.** Contribution à l'étude des baobabs Malgaches, Rapport de la mission menée par Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement à Antananarivo. 23 pages
- Ryckewaert, P., Razanamaro, O., Rasoamanana, E., Rakotoarimihaja, T., Ramavovololona, P. & Danthu, P. 2011.** *Etude de la pollinisation des baobabs malgaches* (sous presse).
- Sellier, R. 1959.** *Les insectes utiles : Biologie des insectes auxiliaires, Utilisation des insectes par l'homme*. Payot, Paris. 286 pages
- Silvie, P. 1993.** Les parasitoïdes de *Syllepte derogata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera, Crambidae) au Togo. *Revue de Zoologie Africaine*, 107 : 363-372
- Stengel, M. 1982.** Essai de mise au point de la prévision des dégâts pour la lutte contre la pyrale (*Ostrinia nubilalis*) en Alsace (Est de la France). *BioControl*, 27: 105-114
- Swart, E.R. 1963.** Age of the baobab tree. *Nature*, 198: 708-709
- Wickens, G. E. & Lowe P. 2008.** *The baobab: Pachycauls of Africa, Madagascar and Australia*. Springer, Royal Botanic Gardens, Kew. 535 pages
- Williams, J. T., Hughes, A., Haq, N., Smith, R. W. & Sidibe, M. 2002.** *Baobab Adansonia digitata*. International Center for Underutilized Crops, Southampton. 99 pages.
- Wyss, C. & Cherix, D. 2006.** *Traité d'entomologie forensique: Les insectes sur la scène du crime*. Presse polytechnique et universitaires romandes, Lausanne. 317 pages.
- Youness, G. & Saporta, G. 2004.** Une méthode pour la comparaison des partitions. *Revue Statistique Appliquée*, 52(1) : 97-120.

Recherche sur le web : <http://www.parcs-madagascar.com/>
<http://www.iucnredlist.org/>
[https://users.skynet.be /.../entomologie/morphologie.htm](https://users.skynet.be/.../entomologie/morphologie.htm)

ANNEXES

ANNEXE I

Parmi les insectes inventoriés lors de cette étude, ceux dont le rôle sur les baobabs demeure mal défini sont présentés dans le tableau suivant :

Liste des autres insectes trouvés sur les pieds de baobabs

Ordre	Super-Famille	Famille	Stade
HEMIPTERES	FULGOROIDEA		adulte
	CICADELLOIDEA	CICADELLIDAE	adulte
COLEOPTERES	CHRYSOMELOIDEA	CHRYSOMELIDAE	adulte
	CUCUJOIDEA	COCCINELLIDAE	adulte
	CHRYSOMELOIDEA	BRUCHIDAE	adulte
	BUPRESTOIDEA	BUPRESTIDAE	adulte
	ELATEROIDEA	ELATERIDAE	adulte
HYMENOPTERES	VESPOIDEA	VESPIDAE	adulte
DICTYOPTERES	MANTOIDEA		adulte
DIPTERES	MUSCOIDEA	MUSCIDAE	adulte
	TABANOIDEA	TABANIDAE	adulte

ANNEXE II : Tableaux phénologiques des baobabs malgaches

Tableau de la phénologie d'*Adansonia grandidieri* (Baum, 1995a)

Stade phénologique	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	sept.	oct.	nov.	dec.
Feuillaison												
Floraison												
Maturité des fruits												

Tableau de la phénologie d'*Adansonia za* (Baum, 1995)

Stade phénologique	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	sept.	oct.	nov.	dec.
Feuillaison												
Floraison												
Maturité des fruits												

Tableau de la phénologie d'*Adansonia madagascariensis* (Baum, 1995)

Stade phénologique	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	sept.	oct.	nov.	dec.
Feuillaison												
Floraison												
Maturité des fruits												

Tableau de la phénologie d'*Adansonia perrieri* (Baum, 1995)

Stade phénologique	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	sept.	oct.	nov.	dec.
Feuillaison												
Floraison												
Maturité des fruits												

Tableau de la phénologie d'*Adansonia rubrostipa* (Baum, 1995)

Stade phénologique	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	sept.	oct.	nov.	dec.
Feuillaison												
Floraison												
Maturité des fruits												

Tableau de la phénologie d'*Adansonia suarezensis* (Baum, 1995)

Stade phénologique	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	sept.	oct.	nov.	dec.
Feuillaison												
Floraison												
Maturité des fruits												

TITRE : RAKOTOARIMHAJA Tantelinirina

RESUME

Une étude a été menée sur la partie occidentale de Madagascar pour contribuer à la connaissance de la relation baobabs-insectes et la régénération de ces arbres endémiques malgaches. Des observations et des captures d'insectes faites sur les différentes parties de ces arbres ont permis d'analyser les relations trophiques qui y existent. Parmi les vingt huit super-familles ou familles d'insectes trouvés sur cinq espèces de baobabs (*Adansonia madagascariensis*, *A. rubrostipa*, *A. perrieri*, *A. za*, *A. grandidieri*), ceux qui se nourrissent de ces plantes ont été classés en sept catégories entre autre des piqueurs-suceurs ou videurs, des phyllophages, des xylophages, des frugivores, des détritivores, des pollinivores et des nectarivores. Aucune spécificité trophique entre ces deux groupes n'a été démontrée sur le site ayant plusieurs espèces de baobabs. Les cinq espèces de baobabs visitées présentent une faible similarité entre les communautés des insectes. Deux types d'interactions antagonistes en fonction des groupes d'insectes ont été élucidés lors de cette étude. Il s'agit, d'une part des espèces de SPHINGIDAE qui pourraient être spécifiques à la pollinisation des baobabs, d'autre part certaines BRACONIDAE et EULOHIDAE seraient des parasitoïdes des phyllophages de ces grands arbres.

Mots clés : insectes, *Adansonia*, relations trophiques, pollinisateur, Madagascar

ABSTRACT: (10 - 15 lignes)

A study was carried-out in western Madagascar to understand the relationship between baobabs and insects and the regeneration of these endemics Malagasy trees. Observations and insects sampling effectuated at different part of these trees allowed the analysis of the existing trophic relationship. Among the twenty eight Super-families or Families of insects recorded from the five species of baobabs (*Adansonia madagascariensis*, *A. rubrostipa*, *A. perrieri*, *A. za*, *A. grandidieri*), those that feed on these plants were classified in seven categories, including as sucking or bouncers, leaf-cutting, boring, frugivorous, detritivorous, pollinivorus, nectarivorus. No specific trophic relationship between these two groups was detected at the site with several species of baobabs. The five species of baobabs visited have low similarity between the insect communities. Two types of antagonist interactions of insects groups were elucidated in this study. The first concerns SPHINGIDAE species which might be specific to pollinate baobab, the second one include some BRACONIDAE and EULOPHIDAE, parasitoids of leaf-cutting of large trees.

Keywords: insects, *Adansonia*, trophic relationships, pollinator, Madagascar

Encadreur :

Pr. ANDRIANARIMISA Aristide

Dr. RYCKEWAERT Philippe

Impétrant :

Nom et Prénom RAKOTOARIMHAJA Tantelinirina

Adresse : Lot II E 46 R Ter G Ampanotokana

Tél : 033 12 078 52 / 034 60 090 01

e-mail : tantelinr@yahoo.fr / tantelinr@gmail.com